

В. Д. Мигаль

СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ АВТОМОБИЛЯ

*Учебное пособие отвечает утвержденной программе
Харьковского национального автомобильно-дорожного университета
по учебной дисциплине «Системы диагностики и контроля в автомобильном
транспорте» для подготовки докторов философии отрасли знаний 27
«Транспорт», специальности 274 «Автомобильный транспорт»,
шифр № 11 от января 2017 г.*

Харьков «Майдан» 2017

УДК 629.33

М 57

Рецензенты: **Подригало М. А.**, д. т. н., профессор, зав. кафедрой «Технология машиностроения и ремонта машин» Харьковского национального автомобильно-дорожного университета

Самородов В. Б., д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Автомобиле- и тракторостроения» Национального технического университета «Харьковский политехнический институт»

Лебедев А. Т., д. т. н., профессор, зав. кафедрой «Тракторы и автомобили» Харьковского национального технического университета сельского хозяйства им. П. Василенка

Тартаковский Э. Д., профессор, зав. кафедрой «Эксплуатация и ремонт подвижного состава Украинского государственного университета железнодорожного транспорта

Мигаль В. Д.

М 57 Системы контроля и диагностики автомобиля: учеб. пособие /
В. Д. Мигаль. – Х.: Майдан, 2017. – 606 с.
ISBN 978-966-372-670-0.

Рассмотрены цели и задачи технической диагностики и необходимые знания для диагноста, определяющие эффективность диагностирования автомобиля.

Описаны типовые неисправности, параметры, методы и средства диагностирования трансмиссии, тормозной системы, рулевого управления, ходовой части, подвески, системы освещения, гидравлических, электрических и электронных систем, линии и комплекты инструментального контроля технического состояния автомобилей.

Учебное пособие рассчитано для подготовки докторов философии, магистров и специалистов по диагностированию автомобилей.

УДК 629.33

ISBN 978-966-372-670-0

© Мигаль В. Д., 2017

Содержание

Перечень условных обозначений	8
Введение.....	9
1. Основные понятия и определения в диагностике	10
1.1. Области применения диагностики	10
1.2. Знания, необходимые диагносту для эффективного диагностирования автомобилей	12
1.3. Задачи технического диагностирования.....	15
1.4. Понятия «дефект» и «неисправность».....	19
1.5. Основные понятия диагностирования: контроль, самоконтроль и самодиагностика	20
1.6. Характеристика объектов диагностирования автомобиля	23
1.7. Характеристика режимов диагностирования (контроля) и предельных состояний машины	28
1.8. Характеристики состояния машины	29
1.9. Термины и определения в диагностике	34
1.10. Виды диагностических параметров	37
1.11. Взаимосвязь структурных и диагностических параметров.....	42
Контрольные вопросы	43
2. Инструментальные средства диагностирования	45
2.1. Общая характеристика средств диагностирования	45
2.2. Классификация средств измерений по виду диагностических параметров.....	48
2.3. Классификация средств диагностирования по виду представляемой информации	50
2.4. Системы диагностирования	53
2.5. Диагностическое оборудование и приборы	55
2.5.1. Выбор средств диагностирования.....	55
2.5.2. Средства общего контроля и диагностики.....	63
2.6. Средства диагностирования электрических и электронных устройств	66
2.6.1. Средства малой диагностики.....	66
2.6.2. Средства углубленной диагностики	67
2.6.2.1. Мотор-тестеры	67
2.6.2.2. Автомобильные сканеры	75
2.6.2.3. Автомобильные осциллографы.....	82
2.6.2.4. Автомобильные мультиметры.....	83
2.6.2.5. Измерительно-вычислительные комплексы	84
2.7. Бортовые системы диагностирования автомобиля.....	85
Контрольные вопросы	89
3. Системы диагностирования тормозов	90
3.1. Объекты диагностирования тормозных систем.....	90
3.2. Неисправности, диагностические параметры, методы и средства диагностирования тормозных систем.....	90
3.2.1. Основные неисправности тормозных систем	90
3.2.2. Неисправности тормозной системы с гидравлическим приводом	91
3.2.3. Неисправности тормозной системы управления с пневматическим приводом и их причины	99
3.2.4. Параметры, методы и средства диагностирования	99
3.2.5. Методы определения отказов (неисправностей) тормозных систем по граф-моделям причинно-следственных связей	104
3.3. Контроль и диагностирование тормозов по нормативным параметрам	106
3.3.1. Классификация транспортных средств и нормативы контроля технического состояния	106

3.3.2. Контроль тормозных механизмов и привода тормозов.....	109
3.3.3. Дорожный контроль технического состояния тормозных систем	112
3.4. Диагностирование тормозных систем на стендах	123
3.4.1. Алгоритм контроля и диагностирования тормозов автомобилей, оборудованных аналоговыми системами управления	123
3.4.2. Контроль и диагностирование тормозной системы на современных стендах	126
3.4.3. Оценка технического состояния тормозной системы по тормозным диаграммам.....	139
3.4.4. Алгоритмы функционирования антиблокировочных систем	145
3.4.5. Программно-аппаратные средства стендовых испытаний тормозных систем автомобилей с АБС	151
3.4.6. Алгоритм диагностирования тормозной системы на стенде с беговыми барабанами	153
3.4.7. Поиск неисправностей АБС	159
3.4.8. Контроль электрооборудования электрических систем АБС	165
Контрольные вопросы.....	173
4. Системы диагностирования трансмиссии	175
4.1. Основные объекты и параметры диагностирования трансмиссии	175
4.2. Контроль технического состояния педали сцепления	179
4.3. Контроль технического состояния сцепления	185
4.4. Контроль и диагностирование зубчатых передач.....	189
4.4.1. Характеристики диагностических параметров.....	189
4.4.2. Методы и средства диагностирования	194
4.5. Диагностирование карданной передачи	202
4.6. Диагностирование подшипниковых узлов качения	207
4.6.1. Диагностические параметры подшипниковых узлов качения.....	207
4.6.2. Методы и средства диагностирования	210
4.7. Контроль технического состояния автоматической коробки передач.....	212
4.7.1. Диагностические параметры механических систем АКП.....	212
4.7.2. Методы контроля общего технического состояния систем трансмиссии	213
4.7.3. Контроль изнашивания деталей и смазочной способности масел	217
4.7.4. Алгоритмы и средства контроля технического состояния АКП	219
4.7.4.1. Средства диагностирования АКП.....	219
4.7.4.2. Контроль механических систем АКП.....	221
4.7.4.3. Контроль гидромеханических передач	223
4.7.5. Контроль и диагностирование технического состояния АКП при движении автомобиля.....	231
4.7.5.1. Контроль технического состояния гидротрансформатора.....	231
4.7.5.2. Дорожные испытания автоматической трансмиссии	232
4.7.5.3. Анализ результатов диагностической поездки.....	240
4.7.5.4. Проверка автоматической коробки передач при остановке двигателя.....	251
4.7.6. Диагностирование трансмиссии по изменению угловой скорости валов.....	254
Контрольные вопросы.....	257
5. Системы диагностирования рулевого управления	259
5.1. Типичные неисправности механической системы рулевого управления и их причины	259
5.2. Неисправности рулевого управления с гидравлическим приводом	265
5.3. Диагностические параметры рулевого управления.....	268
5.4. Контроль и диагностирование рулевого управления	271

5.4.1. Перечень контролируемых состояний рулевого управления	271
5.4.2. Органолептические методы поиска, устранение неисправностей рулевого управления и их связь с передними колесами	273
5.4.3. Инструментальный контроль зазоров и креплений механизмов рулевого управления	282
5.4.4. Диагностирование гидравлического усилителя рулевого управления ...	286
5.4.5. Контроль технического состояния элементов рулевых тяг и шарниров	289
Контрольные вопросы	294
6. Системы контроля и диагностирования ходовой части.....	296
6.1. Неисправности ходовой части и их причины	296
6.1.1. Виды повреждений и износа шин	296
6.1.2. Причины ускорения процесса изнашивания шин	297
6.2. Диагностические параметры.....	301
6.3. Факторы, влияющие на износ и повреждение шин	314
6.4. Контроль технического состояния шин.....	316
6.4.1. Контроль дисбаланса и биения шин и колес	316
6.4.2. Контроль давления в шинах	318
6.4.3. Бортовые автоматические системы контроля давления в шинах	320
6.4.4. Контроль протектора	323
6.5. Контроль технического состояния ходовой части на стендах	328
6.5.1. Подготовка автомобиля к испытаниям и измерениям	328
6.5.2. Диагностическое оборудование	330
6.5.2.1. Оптические стенды для измерения углов установки колес традиционной конструкции	330
6.5.2.2. Традиционные стенды контроля боковых сил и положения мостов.....	330
6.5.2.3. Стенды контроля ходовой части автомобилей последних моделей	332
6.6. Регулирование углов установки колес.....	347
Контрольные вопросы	349
7. Системы диагностирования подвески автомобиля.....	351
7.1. Неисправности подвесок	351
7.2. Диагностические параметры подвесок	354
7.2.1. Диагностические параметры механических систем подвески.....	354
7.2.2. Признаки технического состояния, определяемые органами чувств человека	358
7.2.3. Контролируемые параметры систем управления подвеской	359
7.3. Контроль и диагностирование подвески	362
7.3.1. Общие методы оценки технического состояния подвески	362
7.3.2. Оценка динамических характеристик подвески при проведении регулирующих работ	367
7.3.3. Системы адаптивного управления подвеской	373
7.3.4. Оценка технического состояния подвески с использованием простых устройств и люфт-детекторов	376
7.3.5. Диагностирование подвесок на стендах	379
7.4. Методы и средства диагностирования состояния снятых виброизоляторов и амортизаторов	390
Контрольные вопросы	392
8. Системы диагностирования сигнально-осветительных систем автомобиля	393
8.1. Неисправности освещения и сигнализации	393
8.2. Контроль и диагностирование освещения и сигнализации	398

8.2.1. Параметры контроля и регулировка фар.....	398
8.2.2. Проверка установки и силы света фар автомобилей	400
8.2.3. Диагностирование света фар универсальным прибором.....	405
Контрольные вопросы.....	406
9. Системы контроля технического состояния кузова автомобиля	407
9.1. Причины появления неисправностей кузова	407
9.2. Дефекты и неисправности сварных соединений	410
9.3. Визуальный контроль технического состояния.....	411
9.4. Контроль технического состояния кузова.....	413
9.5. Традиционное оборудование и технологии контроля и устранения неисправностей кузова	416
9.6. Оборудование и технологии рихтовки	419
9.6.1. Традиционные методы и средства рихтовки	419
9.6.2. Современные магнитно-импульсные технологии ремонта и восстановления кузовных панелей автомобилей	422
9.7. Рихтовочные стенды серии «Сивер», Эксперт-2000-1 и серии «Компакт».....	426
9.8. Оптические, электронно-механические, электронно-оптические и ультразвуковые системы контроля параметров кузова	430
9.9. Контроль технического состояния стеклоочистителей и стеклоомывателей	436
Контрольные вопросы.....	439
10. Системы контроля и диагностирования гидравлических систем и гидроприводов	440
10.1. Объекты диагностирования систем с гидравлическим приводом	440
10.2. Диагностические параметры гидравлических систем и гидроприводов	442
10.3. Методы диагностирования.....	450
10.4. Средства контроля и диагностирования гидроприводов	461
Контрольные вопросы.....	467
11. Системы диагностирования электрического и электронного оборудования автомобиля	469
11.1. Объекты диагностирования электрических и электронных систем	469
11.2. Неисправности электрооборудования автомобилей	474
11.2.1. Неисправности контрольно-измерительных приборов	474
11.2.2. Неисправности аккумуляторной батареи, генератора, реле регулятора, стартера, освещения и световой сигнализации	477
11.2.3. Виды и формы проявления дефектов и неисправностей электрических, электронных бортовых систем управления и компьютера	484
11.2.3.1. Основные виды повреждений электрической проводки	484
11.2.3.2. Дефекты и неисправности компонентов электрической системы	486
11.2.3.3. Физические дефекты	486
11.2.3.4. Типовые модели неисправностей.....	488
11.2.3.5. Неисправности системы электроснабжения	491
11.3. Диагностические параметры и методы диагностирования электрических систем и электрооборудования	496
11.3.1. Принципы выбора диагностических параметров систем электрооборудования	496
11.3.2. Виды, средства, методы и параметры диагностирования электрооборудования агрегатов автомобиля	497
11.3.3. Выбор контролируемых параметров и методов диагностирования	498
11.3.4. Методы контроля и диагностирования электрических и электронных систем управления автомобилем.....	499
11.3.4.1. Классификация систем контроля и диагностирования.....	499

11.3.4.2. Виды диагностики технических систем	501
11.3.4.3. Аппаратные методы диагностики технических систем	504
11.4. Диагностирование электрооборудования, электрических и электронных систем автомобиля	509
11.4.1. Диагностирование стартерных аккумуляторных батарей	509
11.4.2. Диагностирование и регулирование стартеров	516
11.4.3. Диагностирование автомобильных генераторов	524
11.4.4. Контроль цепи питания, пуска и зажигания	533
11.4.5. Принципы диагностирования электронных устройств	536
11.4.6. Диагностика шины CAN, связывающей блоки управления автомобиля	545
11.4.7. Защита электронных систем от электричества и шумов	553
Контрольные вопросы	554
12. Линии и комплекты инструментального контроля технического состояния автомобилей	556
12.1. Типовой состав комплектов средств инструментального контроля автомобилей	556
12.2. Линии контроля технического состояния автомобилей совместного российско-европейского производства	557
12.3. Комплектование постов инструментального контроля автомобилей европейского производства	566
12.3.1. Линия контроля «EURO-SYSTEM»	566
12.3.2. Краткая характеристика инструментальной линии SDL 260 Bosch ...	569
12.3.3. Линии инструментального контроля VIS 3000, NTS-520	572
12.4. Диагностические комплексы	573
12.5. Оборудование комплектования постов инструментального контроля автомобилей	577
12.5.1. Стенды для диагностирования ходовой части автомобиля	577
12.5.2. Средства диагностирования подвески на линии SDL 260	579
12.5.3. Модели выпускаемых тормозных стендов	582
12.5.4. Газоанализаторы	584
12.5.5. Оборудование для контроля фар	587
Контрольные вопросы	590
Литература	591
Предметный указатель	595

Перечень условных обозначений

ABD – автоматический тормозной дифференциал	EMS – электронная система управления двигателем
ABS – антиблокировочная система	EPB – тормозная система с электропневматическим приводом
ACC – адаптивный регулятор скорости	ESP – электронная система стабилизации
ADS – адаптивная амортизационная система	ETC – электронная система регулирования тягового усилия
ALB – автоматический регулятор тормозных сил, работающий в зависимости от нагрузки	FBA – стояночная тормозная система
AMR – регулирование приводного момента	FDR – управления динамикой автомобиля
ASC – противобуксовочный контроль	FSG – блок управления ходовой части
ASD – автоматический блокируемый дифференциал	GBD – регулируемый дифференциальный тормоз
ASG – пристроенный блок управления	GMA – задержка при увеличении момента относительно вертикальной оси
ASR – противобуксовочная система	HBA – вспомогательная тормозная система
ASV – клапан всасывания воздуха или клапан управления тормозами прицепа	HFM – датчик массового расхода воздуха с нагреваемым пленочным резистором
BAS – система экстренного торможения	HZ – главный цилиндр
BBA – рабочая тормозная система	IR – индивидуальное регулирование
BLS – выключатель сигнала торможения	IRM – модифицированное индивидуальное регулирование
BOU – модуль тормозной системы с электронно-гидравлическим приводом	KTS – малосерийный тестер
CAN – мини-сеть для обмена между компьютерами	LWS – датчик угла поворота рулевого колеса
DBA – тормоз-замедлитель	MSR – управление тормозным моментом двигателя
DKB – ASR действие дроссельной заслонки/тормоз	PBC – регулирование давления наддува
DKE – бит увеличения степени открытия дроссельной заслонки	PML – параметрическое управление
DKV – заданное положение дроссельной заслонки	PWG – датчик хода педпид
DRS – датчик системы управления динамикой автомобиля	QI – продольный датчик ускорения
EBV – электронный распределитель тормозных сил	RFP – насос обратной подачи
EDS – электронная блокировка дифференциала	RZ – колесный тормозной цилиндр
EGS – электронное управление коробкой передач	SBC – электрогидравлический тормоз
ENB – тормозная система с электрогидравлическим приводом	SCS – система предотвращения опрокидывания и разворота автомобиля
EMB – электромеханический тормоз	TCS – система тягового усилия
EML – электронная система регулировки мощности двигателя	USV – вакуумный клапан

Введение

Технической диагностике автомобилей посвящены многие работы, например, [1...32]. В этих работах ([7, 12, 13]) рассмотрены теоретические и практические вопросы диагностирования автомобилей. В работах [7, 10, 12, 13] рассмотрены требования к диагностическому обеспечению всего жизненного цикла автомобиля: проектирования, производства и эксплуатации. Системный подход к диагностическому обеспечению жизненного цикла автомобилей позволяет существенно увеличить периодичность и минимизировать объем технического обслуживания их в эксплуатации.

Поступление в эксплуатацию автомобилей разного исходного технического уровня проектирования, доводки и качества производства приводит к изменению технического состояния с различной скоростью даже при одинаковых условиях эксплуатации. Различное исходное техническое состояние, условия и режимы эксплуатации, техническое обслуживание и применение эксплуатационных материалов приводят к тому, что изменение технического состояния автомобилей носит случайный характер. Поэтому на диагностирование автомобиля в эксплуатации возлагается задача определения текущего технического состояния и своевременного технического обслуживания для продолжительного поддержания автомобиля в работоспособном состоянии. Чем больше получено диагностической информации, тем больше имеется возможностей оптимизировать режимы и процессы эксплуатации машин, определять их текущее техническое состояние в реальном времени. Техническая диагностика дает ответ на главные вопросы: когда должна быть прекращена эксплуатация автомобиля и что необходимо сделать для ее продления.

Для удовлетворения запросов практики – снижение времени простоев автомобилей и повышение достоверности диагностирования – необходимы знания системных представлений конструкции объекта диагностирования, действующих процессов, типовых неисправностей, их диагностических параметров, взаимосвязи диагностических параметров со структурными (однозначность, стабильность, чувствительность и информативность), методы и средства диагностирования. Такой подход к представлению системных знаний о закономерностях изменения технического состояния объекта диагностирования и прогнозирование сроков исправного функционирования представлен в работах [7, 10, 12].

В данном учебном пособии рассмотрены вопросы углубленного диагностирования основных технических систем автомобилей без учета двигателя. Вопросы диагностирования автомобильных двигателей рассмотрены в учебных пособиях [33...36].

Представленные в настоящем учебном пособии знания по контролю и диагностике автомобилей необходимы для подготовки докторов философии по программе учебной дисциплины «Системы контролю та діагностики в автомобільному транспорті». Учебное пособие может быть полезно для подготовки магистров по диагностике автомобиля.

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ В ДИАГНОСТИКЕ

1.1. Области применения диагностики

Техническая диагностика рассматривает любой объект как потенциальный источник неисправностей (отказов), которые должны быть выявлены и локализованы. Под технической диагностикой понимают теорию, методы и средства диагностирования и поиска неисправностей в системах агрегатов, механизмов и управления рабочими процессами в машинах.

Техническая диагностика является одним из важнейших средств управления надежностью технических объектов. Она имеет широкую область применения для оценки технического состояния в жизненном цикле машины: при конструкторской доработке и доводке, в производстве, контроле технологических процессов производства и ремонта, в диагностировании технического состояния (ТС) в эксплуатации (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Области применения диагностики

Диагностирование позволяет достигать заданной технической и экологической надежности машин, с необходимой степенью достоверности оценить показатели ее качества.

Проблема диагностики – это в большой мере проблема получения информации о действующих в машине процессах, передача, прием и обработка этой информации. Чем больше получено информации, тем больше имеется возможностей оптимизировать процессы и режимы работы машины, определять ее текущее состояние.

Основное назначение диагностики при проектировании состоит в обеспечении заданной надежности и ресурса машин за счет оптимизации параметров конструкции при доводке и диагностического обеспечения на стадии проектирования, диагностического контроля технологии производства и эксплуатации автомобилей.

Основное назначение диагностики автомобиля в эксплуатации состоит в сохранении технической и экологической надежности и проектного ресурса за счет своевременного обнаружения и устранения неисправностей и оптимизации процессов технического обслуживания (ТО) [7, 12].

Техническая диагностика является высшим уровнем технического контроля и дает ответ на главные вопросы: когда должна быть прекращена эксплуатация машины и что необходимо делать для ее продления. Получение информации о действующих процессах и техническом состоянии автомобиля в реальном времени позволяет определять оптимальную стратегию эффективно-го технического обслуживания, обеспечения готовности, технической и экологической безопасности машин (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Результаты технического диагностирования машин

Такой комплексный системный подход к диагностическому обеспечению управления техническим состоянием автомобилей позволяет получить максимальную эффективность процессов создания и использования машин.

Предметом технической диагностики являются:

- дефекты проектирования, производства и эксплуатационные неисправности;
- диагностические параметры и признаки дефектов и неисправностей;
- методы диагностирования;
- средства диагностирования;

- определение исходных, допустимых и предельных значений диагностических параметров;
- методы прогнозирования остаточного ресурса;
- методы определения периодичности диагностирования;
- методы, правила и алгоритмы проведения диагностических операций;
- режимы диагностирования и коды неисправностей.

В основе диагностики лежат измерения технических параметров и определение внешних признаков, отражающих изменение рабочих процессов и технического состояния автомобиля.

При диагностике используют различные методы и средства, которые постоянно совершенствуются. Чем выше технический уровень методов и средств диагностики, тем точнее будут определены действующие рабочие процессы и техническое состояние автомобиля в целом. Контроль параметров рабочих процессов позволяет оптимизировать их в реальном времени, управлять ими и, соответственно, повышать эффективность эксплуатации автомобиля.

Объектом исследований технической диагностики являются процессы, протекающие в автомобиле, его составных частях, механических, газо-, гидро-, пневматических, электрических и электронных системах, параметры рабочих процессов, обеспечивающих эффективное использование автомобиля.

Техническая диагностика рассматривает любой объект машины как потенциальный источник дефектов и неисправностей, которые должны быть выявлены и устранены на всех стадиях жизненного цикла изделия.

В качестве субъекта создания, эксплуатации, использования и обслуживания машин выступает человек, выполняющий функции принятия решений и выработки управляющих воздействий. Во многих системах человек-машина человек удален от машины и взаимодействует с ней через некоторого посредника, олицетворяющего информационную модель объекта управления. Этим посредником является человеко-машинный интерфейс, воплощающий интеллектуальную составляющую системы диагностирования. Во многих случаях достоверность принятых решений диагностики сложных неисправностей внешними средствами зависит от уровня знаний (квалификации) диагноста.

Основное назначение диагностики технических систем автомобиля в эксплуатации состоит в сохранении их проектной надежности и ресурса за счет получения информации о техническом состоянии элементов автомобиля и рабочих процессов в реальном времени для локализации неисправностей и оптимизации рабочих процессов.

1.2. Знания, необходимые диагносту для эффективного диагностирования автомобилей

В системе диагностирования машин человек является основным звеном. В качестве средств диагностирования выступают его органы. Оценка технического состояния на основе органолептических методов и логического анализа структурных и входных параметров рабочих процессов является неотъемлемой частью первого этапа любого процесса диагностирования. Биологические

системы человека многими свойствами комплексного анализа и гибкостью алгоритмов превышают многие технические аналоги [3, 9].

В современных сложных системах автомобилей количество типов неисправностей может достигать 2000. В связи с быстрым усложнением автомобиля рост технических знаний проектировщиков отстает от понимания уровня решаемых задач диагностирования, знаний электрических и гидрогазодинамических процессов, систем автоматизации управления техническими системами автомобиля.

Определение реального состояния технических объектов, изменяющегося во времени из-за различных внешних и внутренних причин, в 50-80 случаях из 100 (в зависимости от сложности объекта) решаются опытным оператором-диагностом автоматически без выделения самого этапа принятия решения. Эти методы диагностирования основаны на знаниях и опыте диагноста и на совершенстве его чувств и разума. При этом интуитивно выполняются классификация совокупности признаков и некоторые действия по получению и интеллектуальной обработке информации, на основе которой делаются выводы о состоянии объекта. Скорость и эффективность классификации образов технического состояния зависит от того, насколько хорошо (точно) подобраны основные признаки неисправностей (дефектов) на первом этапе мысленного диагностирования.

Как в простых, так и в сложных реализациях роль анализатора информации и исполнительного механизма выполняет оператор-диагност. Наблюдая за большим числом элементов многомерной системы автомобиля, характеризующих его техническое состояние, диагност в большинстве случаев принимает решение быстро и эффективно без привлечения специалистов и специальных средств. Эффективность принимаемого решения в значительной степени определяется его знанием объекта, типовых неисправностей, его опытом и интуицией. До настоящего времени отсутствуют доступные приборы и средства, способные реализовать все функции, выполняемые человеком при диагностировании.

Знание теоретических основ диагностики необходимо специалисту для создания и использования встроенных и внешних систем диагностирования, выбора наиболее информативного перечня диагностических параметров, их предельных значений, разработки алгоритма поиска неисправностей и отказов, разработки оптимальных режимов диагностирования при техническом обслуживании транспортных машин. Для подготовки таких специалистов к практической деятельности необходимы знания процессов изменения свойств транспортных машин на протяжении их эксплуатации, умение оценивать влияние этих свойств на снижение эффективности эксплуатации, технической и экологической надежности машин, прогнозировать остаточный ресурс.

Для эффективного использования теоретических знаний диагностирования автомобиля и принятия решений диагносту необходимы знания:

1. Конструкции объектов диагностирования автомобиля. Понимание их внутренних свойств и принципов функционирования и диагностирования технических систем, взаимодействия с окружающей средой. Влияние их на техническое состояние, рабочие процессы и микропроцессорные системы управ-

ления ими на техническую и экологическую безопасность автомобиля [6, 13, 20, 31, 34, 39, 48].

2. Закономерностей изменения технического состояния автомобилей в эксплуатации [7, 12].

3. Дефектов материалов, конструкции, технологии производства отдельных узлов и комплектного автомобиля [1].

4. Типовых неисправностей механических, газогидроаэродинамических, электрических и электронных систем, протекания рабочих процессов, систем управления автомобиля [1, 24, 34].

5. Диагностических параметров и нормативных значений состояния технических систем автомобиля [2, 34].

6. Методов диагностирования технических систем автомобиля [3, 33].

7. Средств диагностирования (приборов и технологического оборудования) технических систем автомобиля [4, 5, 11, 16, 22, 36].

Эффективное диагностирование возможно только при наличии знаний:

- принципов обеспечения надежности машин, свойств измеряемых сигналов физических величин, зависимостей изменения состояния транспортных машин в эксплуатации;

- построения диагностических моделей рабочих процессов с обратной связью, разработки алгоритмов диагностирования и диагностического обеспечения;

- методов выбора диагностических признаков и параметров, взаимосвязи структурных и диагностических параметров, определения изменений диагностических параметров по наработке;

- методов нормирования исходных и предельных диагностических параметров, нормирования классов качественной и количественной оценки технического состояния объектов диагностирования;

- методов определения периодичности диагностирования и технического обслуживания, оценки погрешностей при диагностических измерениях, оптимизации периодичности диагностирования;

- методов и средств диагностирования, форм организации диагностирования, систем технического диагностирования внешними и встроенными средствами;

- процессов диагностирования и постановки диагноза, построения алгоритма диагностирования, постановки диагноза по нормативным значениям и комплексу диагностических параметров, оценки достоверности результатов диагностирования, принципов самоконтроля неисправности встроенными средствами;

- прогнозирование состояния транспортных машин, критерии и этапы прогнозирования остаточного ресурса, методов аналитического и линейного прогнозирования, прогнозирования по среднестатистическому изменению диагностического параметра, допустимым значениям параметров и по реализации индивидуального прогнозирования.

Основополагающим шагом при выявлении причин любого отказа являются алгоритмы поиска неисправностей. При отработанных алгоритмах на стадии доводки объектов автомобиля причина отказа (неисправности) может

находиться «на поверхности». Если алгоритмы поиска неисправностей для эксплуатационной документации не отработаны, на стадии доводки приходится потрудиться, проводя иногда большое исследование. При этом эффективным оказывается спокойный логический подход к поиску вышедшего из строя узла или компонента. Обязательно следует принять во внимание все предшествовавшие неисправности, иногда незначительные, признаки исторажающие сигналы такие, как потеря развиваемой двигателем мощности, изменение показаний измерителей, возникновение необычных звуков и запахов и т. п. Отказ таких компонентов, как предохранители или свечи зажигания могут являться лишь признаком более глубоко скрытого нарушения технического состояния.

Независимо от природы отказа в основу исследования его причины всегда положены одинаковые базовые принципы. Необходимо убедиться в правильности определения признака отказа. Это позволяет с большой достоверностью определять границы и объем поисков, что особенно важно в диагностике отказа.

1.3. Задачи технического диагностирования

В общем случае диагностическая задача – это задача по установлению степени соответствия технического объекта предъявляемым к нему требованиям.

Задачами технического диагностирования, согласно ДСТУ 2389-94 «Технічне діагностування та контроль технічного стану. Терміни та визначення», являются (рис. 1.3):

- контроль технического состояния;
- поиск места отказа (неисправности);
- прогнозирование технического состояния.



Рис. 1.3. Задачи технического диагностирования

Термин «Техническое диагностирование» применяют в наименованиях и определениях понятий, когда решаемые задачи технического диагностирования равнозначны или основной задачей является поиск места и определение причин отказа (неисправности).

Термин «Контроль технического состояния» применяют, когда основной задачей технического диагностирования является определение вида технического состояния.

В практике эксплуатации объектов отдельно каждая задача технического диагностирования решается редко, обычно задачи сочетаются. Например, определение работоспособности объекта и идентификация неисправности, приведшей к частичной потере работоспособности, в результате чего оценивается степень работоспособности объекта и локализуется причина, вызвавшая неисправность. Может быть и такой вариант: после идентификации неисправности переходят к решению задачи перспективного развития ситуации при условиях дальнейшего развития «неисправности», то есть прогнозируют тенденцию изменения технического состояния объекта диагностирования.

Решение любой из перечисленных задач возможно лишь в случае применения соответствующих средств технического диагностирования, включающих аппаратуру и программы, с помощью которых осуществляется процедура диагностирования, а также наличия диагностической модели – формализованного описания объекта [4, 5, 7, 9].

В зависимости от того, для какого времени проводится диагностирование, различают три типа решения диагностических задач.

Первый тип – это задачи определения технического состояния, в котором находился объект в некоторый момент времени в прошлом – задачи генезиса. Этот тип задач решается при расследовании автомобильных происшествий (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Три типа задач технической диагностики

Второй тип – это задачи определения технического состояния объекта в данный момент времени, которые называются задачами диагностирования. Этот тип задач важен при выполнении технического обслуживания и принятии решения о дальнейшей эксплуатации.

Третий тип – это задачи предсказания технического состояния, в котором окажется объект в будущий момент времени – задачи прогнозирования. Этот тип задач важен для предсказания (прогнозирования) остаточного ресурса.

В целом технические службы диагностики на всех этапах эксплуатации автомобилей решают большой комплекс задач (рис. 1.5):

- определение вида технического состояния (ТС) изделия;
- определение места и причин появления отказов и неисправностей, выдача рекомендаций по их устранению в условиях ТО и ремонта (Р) и по предотвращению их в дальнейшем;
- прогнозирование ТС изделия на заданный период с целью определения предотказного состояния;
- оценка выработки ресурса с целью установления остаточного ресурса;

- контроль правильности эксплуатации автомобиля и информирование водителя об изменениях в техническом состоянии автомобиля для принятия мер по предотвращению или парированию опасной ситуации;
- установление причин автомобильных происшествий или предпосылок к ним;
- накопление статистических материалов для обобщения опыта и совершенствования систем контроля и диагностики автомобиля и его системы эксплуатации.



Рис. 1.5. Эксплуатационные задачи технической диагностики

Перечисленные задачи решаются на всех этапах эксплуатации автомобильной техники. Однако, для каждого типа этапа эксплуатации (поездка, ТО, ремонт) задачи, решаемые с помощью систем контроля и диагностики, имеют свою специфику.

Задачи диагностирования на заключительном этапе неразрывно связаны с задачами классификации, поскольку по имеющейся информации необходимо установить диагноз, то есть указать класс технического состояния, к которому относится объект диагностирования. Для классификации необходимо знать классы (диагнозы), которые устанавливаются до начала диагностирования на основе анализа самого объекта, его функций и отказов, возникающих в нем. В принципе количество классов может быть бесконечно велико. Но существуют достаточно общие принципы классификации, известные из теории надежности.

Показатели достоверности и точности диагностирования

Задача диагностирования	Результат диагностирования	Показатели достоверности и точности
Определение вида технического состояния	Заключение в виде: 1. Изделие исправно и (или) работоспособно. 2. Изделие неисправно и (или) неработоспособно	Вероятность того, что в результате диагностирования изделие признается исправным (работоспособным) при условии, что оно не исправно (неработоспособно). Вероятность того, что в результате диагностирования изделие признается неисправным (неработоспособным) при условии, что оно исправно (работоспособно)
Поиск места отказа или неисправности	Наименование элемента (сборочной единицы) или группы элементов, которые имеют неисправное состояние и место отказа или неисправности	Вероятность того, что в результате диагностирования принимается решение об отсутствии отказа (неисправности) в данном элементе (группе) при условии, что данный отказ имеет место. Вероятность того, что в результате диагностирования принимается решение о наличии отказа (неисправности) в данном элементе (группе) при условии, что данный отказ отсутствует
Прогнозирование технического состояния	Численное значение параметров технического состояния на задаваемый период времени, в том числе и на данный момент времени. Численное значение остаточного ресурса (наработки). Численное значение остаточного ресурса (наработки) соответствующего заданной вероятности (для изделий специальной техники)	Среднеквадратическое отклонение прогнозируемого параметра. Среднеквадратическое отклонение прогнозируемого остаточного ресурса. Вероятность безотказной работы, показатели изменения прогнозируемого диагностического параметра по ГОСТ 27302-86. Доверительная вероятность

В теории надежности введены понятия для четырех видов технического состояния:

- работоспособное;
- неработоспособное;
- исправное;
- неисправное.

В технической диагностике функционирования машин вводится два вида технического состояния:

- состояние правильного функционирования;
- состояние неправильного функционирования.

Состояние правильного функционирования означает, что объект в текущий момент времени выполняет предписанный ему алгоритм функционирования.

Состояние неправильного функционирования означает, что объект в текущий момент времени не выполняет предписанный ему алгоритм функционирования.

В технической диагностике прогнозирования остаточного ресурса вводятся параметры технического состояния:

- исходные значения диагностического параметра;
- предельные значения изменения диагностического параметра в эксплуатации.

Допускаемое изменение диагностического параметра от исходного до предельного может быть разбито на несколько классов технического состояния, например:

- хорошее состояние;
- допустимое состояние;
- требует принятия мер;
- недопустимое состояние.

Необоснованные переборки нарушают приработку узлов и деталей и тем самым ускоряют их износ, вносят новые непредвиденные неисправности в виде перекосов осей, повышенных или пониженных зазоров, загрязнений и прочих технологических дефектов, которые сокращают срок службы машины и требуют новых ремонтных работ, образуя, таким образом, порочный замкнутый круг. Разорвать этот круг как раз и призвана диагностика.

Показатели достоверности и точности диагностирования в соответствии с ГОСТ 25518-87 приведены в табл. 1.1.

1.4. Понятия «дефект» и «неисправность»

Основными понятиями технической диагностики являются: дефект, неисправность, объект диагностирования, техническое состояние, диагностическая задача, технические средства диагностирования; система диагностирования. Термины «объект диагностирования», «диагностическая задача», «технические средства диагностирования», «система диагностирования» определены стандартами. Классификация конструктивных и производственных дефектов и эксплуатационных неисправностей автомобилей описана в работе [2].

Объективная реальность, отражаемая понятием «дефект», является основным предметом исследования технической диагностики. Это понятие используется в различных областях науки и практики.

Сущность дефекта заключается в том, что он обусловлен несоответствием хотя бы одному установленному требованию к продукции. Он относится только к процессу проектирования, изготовления машины и производству, ее

ремонта и зависит только от конструктивных или производственных факторов. Понятие конструктивного дефекта связано с некорректным использованием системы знаний. К дефектам недопустимо относить эксплуатационные неисправности, обусловленные действием износа, коррозии, старения, усталости или действием случайных факторов. Например, трещина, появившаяся в процессе эксплуатации автомобиля, будет считаться не дефектом, а эксплуатационной неисправностью. Термин «дефект», по существу, неразрывно связан с термином «неисправность», но не является его синонимом.

Причинами обнаруженной неисправности на практике могут быть: несовершенство конструкции объекта диагностирования или технологии его изготовления, нарушение правил эксплуатации или естественное усталостное разрушение, старение, изнашивание, коррозия и другие деградационные процессы. Указанные причины образуют множество возможных эксплуатационных неисправностей механических и электрических систем.

Рассмотренные понятия конструктивных, технологических дефектов и эксплуатационных неисправностей образуют классификацию понятий «дефект» и «неисправность» (рис. 1.6). Причина каждого дефекта и неисправности машины обусловлена объективными (система знаний, технология, среда) или субъективными факторами.

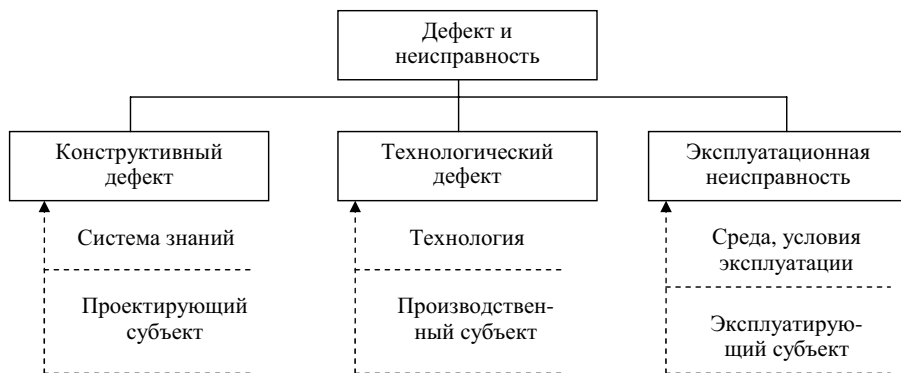


Рис. 1.6. Классификация дефектов и неисправностей по критерию «внешние причины»

1.5. Основные понятия диагностирования: контроль, самоконтроль и самодиагностика

Согласно стандарту ДСТУ 2389-94 контроль – это проверка соответствия значений параметров объекта требованиям технической документации (норме), определение на этой основе одного из заданных видов технического состояния в данный момент времени. Такими видами могут быть: состояние исправности и состояние неисправности, состояние правильного функционирования и состояние неправильного функционирования, работоспособное состояние и неработоспособное (или отказное) состояние и т. п. В соответствии с

тем же стандартом, техническое диагностирование – это определение технического состояния объекта с заданной точностью.

Контроль технического состояния является неперменной первой процедурой технического диагностирования. Именно на результатах контроля базируются две последующих задачи технического диагностирования – поиск места отказа и прогнозирование технического состояния. Таким образом, любая система диагностирования должна содержать систему контроля объекта на его соответствие техническим требованиям (норме) в качестве основной составляющей, как информационную основу для выполнения двух упомянутых заданий. Эта характеристика должна быть выражена в качественной форме: исправный-неисправный и т. д. (ГОСТ 27002-89), а прогнозирование в количественной форме – численного значения располагаемого ресурса работоспособности. Если средствам контроля придавать также функцию поиска места отказа и функцию прогнозирования технического состояния, то в этом случае различия между средствами контроля и средствами диагностирования исчезают, чем объясняется тот факт, что в научно-технической литературе эти понятия нередко используют как синонимы. Поэтому «средства контроля» и «средства диагностирования» также часто не отличаются друг от друга по своим функциональным возможностям.

Разница между техническим диагностированием (ТД) и техническим контролем (ТК) на практике состоит в следующем:

- ТК применяется в основном для измерения параметров материалов, деталей и узлов конструкций, тогда как объектами ТД являются более сложные агрегаты и механизмы, для которых необходимо определять остаточный ресурс и риск эксплуатации;
- при проведении ТК характер и размеры допустимых дефектов регламентированы заранее установленными нормами, а при ТД результаты анализируются с учетом влияния дефектов (неисправностей) на работоспособность в соответствии с конкретными методиками, программами и стандартами по расчету остаточного ресурса и риска эксплуатации на основании данных ТК.

В соответствии со стандартом ГОСТ 19919-74, различают такие процессы определения технического состояния с помощью средств контроля:

- контроль технического состояния – определение вида технического состояния изделия;
- воспроизведение технического состояния – процесс установления технического состояния изделия по записям значений параметров в эксплуатации;
- поиск места отказа – определение части изделия, отказ которой послужил причиной неработоспособности этого изделия;
- прогнозирование – процесс определения технического состояния изделия на следующий интервал времени.

Следует указать, что прогнозирование как качественное предсказание безотказной работы до следующей операции контроля является неотъемлемой частью любой операции контроля, так как иначе любой контроль утратил бы смысл, поскольку во время контроля работоспособности изделия всегда предполагают, что на протяжении некоторого времени после окончания контроля изделие будет выполнять свои функции. Подобно этому, пребывание значения

параметра в границах допуска воспринимается таким, что на протяжении некоторого времени оно не выйдет за эти пределы. Процесс поиска места отказа также связан с предположением, что некоторое время те части изделия, в которых не было отказов во время контроля, не выйдут из строя и после его окончания.

Контролю подлежат геометрические размеры и механические перемещения, угловые и линейные ускорения, частота вращения, давление жидкостей и газов, температура, расход и уровень жидкостей, химический состав масел, различные сигналы и т. п.

Количество точек контроля на современном транспортном средстве может достигать нескольких десятков и сотен. Все сигналы, которые подлежат контролю, как правило, превращают в электрические.

Таким образом, контроль (регулирование) с восстановлением работоспособности играет роль регулятора в управлении эксплуатационной надежностью изделий. Этот контроль может только поддерживать надежность объекта на уровне, заложенном в него во время проектирования и производства. Разработчик и производитель транспортных машин способен поднять заложенный уровень надежности и уровень безопасности за счет конструктивных изменений и модернизации конструкции.

Как в первом, так и во втором случаях обязательным является использование автоматизированной системы контроля (АСК) в качестве источника объективной информации о техническом состоянии транспортного средства.

Оптимальное решение задач оценки технического состояния бортовых систем требует тщательного анализа оснащения этих систем уже в период проектирования. Недооценка такого подхода может обернуться тем, что оснащение окажется неконтролепригодным, то есть таким, которое не поддается эффективному контролю, а это резко снизит технико-экономическую эффективность эксплуатации машины и может быть причиной снижения безопасности ее эксплуатации. Чтобы этого не произошло, на каждую бортовую систему, начиная с этапа ее эскизного проектирования, разрабатывают специальный конструкторский документ, который называется характеристикой контролепригодности. Документ совершенствуют и корректируют во время всего жизненного цикла объекта – от его создания до списания.

Знание модели отказа и ее количественных характеристик позволяет объективно подойти к выбору программы обслуживания, в том числе – к контролю объекта диагностирования.

Понятие «самоконтроль» встречается в разнообразнейших сферах человеческой деятельности и применяется в сложных системах управления, способных к самопроверке. Не является исключением и сам человек, как сверхсложная высокоорганизованная система. Согласно толковому словарю «самоконтроль» - это способность контролировать свои действия, свои поступки. Человек ежедневно проводит операции самоконтроля, оценивая свое состояние, свои возможности для выполнения разнообразных функций - от простых трудовых операций до сложных форм общественной деятельности.

Самоконтроль в технике решает аналогичную, но более узкую задачу – определение технического состояния объекта с помощью средств самого объекта.

Понятие «самоконтроль» в отечественной научно-технической литературе применяют наряду с другими близкими понятиями: самопроверка, самотестирование, самодиагностика. В иностранной литературе встречаются такие соотвещения: self-monitoring (самоконтроль), self-verifying (самопроверка), self-diagnosing (самодиагностика), self-testing (самотестирование), built in test (BIT) – тестирование АСК, которая использует ресурсы самой АСК и др.

1.6. Характеристика объектов диагностирования автомобиля

Объект технического диагностирования (контроля) – автомобиль и (или) его составные части, подлежащие диагностированию (контролю).

Автомобиль как материальный объект технического диагностирования является очень сложной системой. Общее число диагностических параметров достигает нескольких сотен, а количество отдельных подсистем и механизмов – несколько десятков. По мере электронизации автомобиля число диагностических параметров значительно возросло. Особенности решения задач диагностирования определяются, в первую очередь, особенностями объектов.

Выбор конкретных объектов диагностирования, структурных, ресурсных и функциональных параметров машин является одной из первоочередных задач, определяющих содержание последующих разработок в технической диагностике. Основные объекты диагностирования автомобиля приведены в упрощенном виде на рис. 1.7. Типы и названия измеряемых диагностических параметров приведены на рис. 1.8.

Особенности автомобиля как объекта диагностирования:

- чрезмерная сложность бортового и стационарного оборудования, режимов и алгоритмов функционирования дискретных, аналоговых и смешанных объектов автомобиля;
- ограниченная возможность размещения средств контроля и диагностирования на борту автомобиля, из-за чего часть операций контроля и диагностирования на борту осуществляется переносными и стационарными средствами диагностирования. Эта особенность усложняет коммутацию сигналов на борту и доступ для переносных и стационарных средств контроля;
- необходимость ежедневного и периодического диагностирования и технического обслуживания, а также возможностей накапливания информации о предыдущем контроле для оценки изменений технического состояния в зависимости от времени эксплуатации;
- сложные условия эксплуатации как бортовых, так и переносных и стационарных средств диагностирования;
- чрезвычайно сложный комплекс дорожных и климатических условий эксплуатации автомобилей, которые сложно воспроизводить в условиях АТП и СТО;
- большое разнообразие типов технических систем автомобилей.

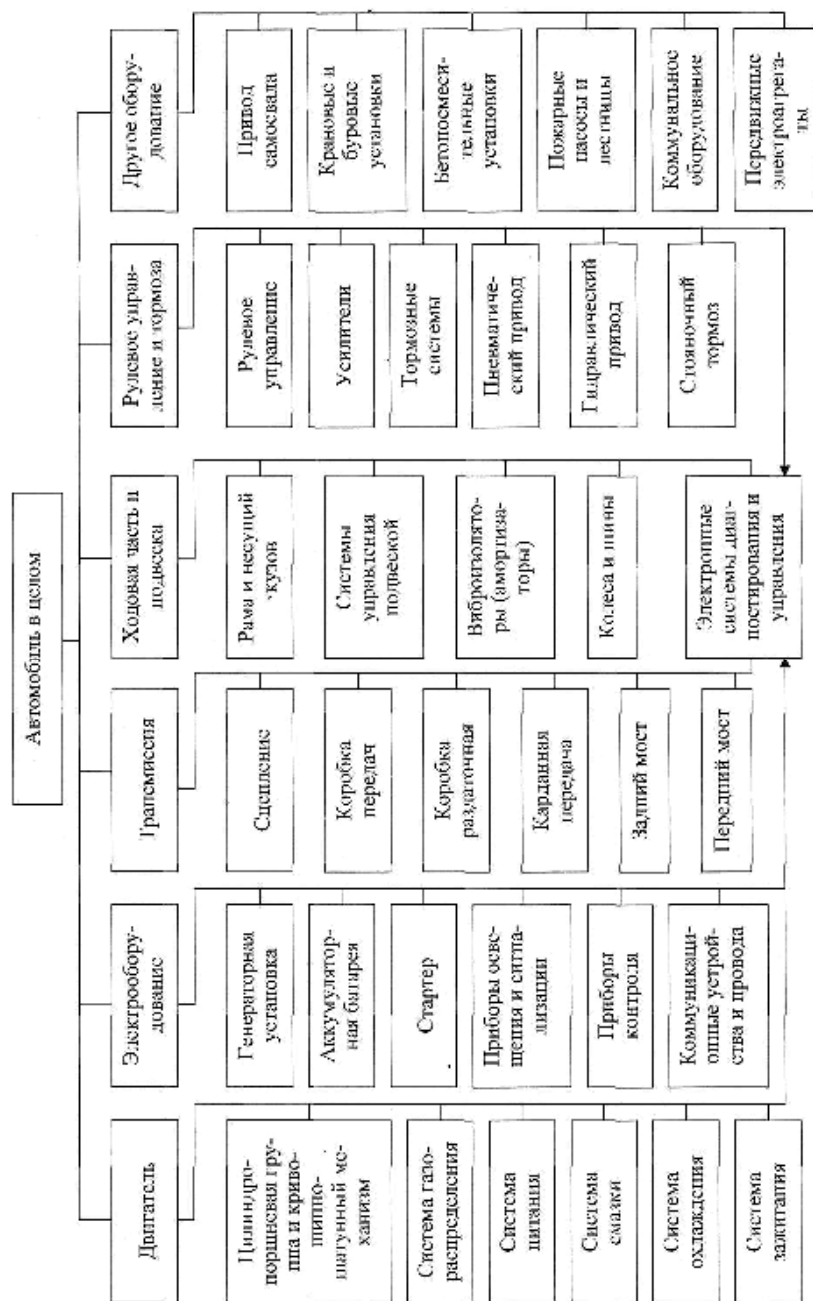


Рис. 1.7. Объекты диагностирования автомобиля

Измеряемые диагностические параметры (тип и название)		
→	Кинематические и механические	Время, скорость, ускорение, частота и фаза периодических процессов, объемный расход, путь, угол, уровень, наклон, частота оборотов, расход жидкости или газа, колебания, вибрация и др.
→	Геометрические	Длина, зазор, площадь, кривизна линий и поверхностей и др.
→	Статические и динамические	Масса, сила, количество движения, работа, энергия, коэффициент упругости, моменты силы и инерции, массовый расход и др.
→	Механические и молекулярные	Путь, угол, уровень, наклон, скорость, частота вращения, ускорение, вибрация, расход жидкости или газа, сила, давление, частота, плотность, удельный вес, молярная масса, коэффициент продольного растяжения, кинематическая вязкость
→	Тепловые	Температура, тепловой поток, теплоемкость, теплота сгорания, теплопроводность, коэффициент теплоотдачи и др.
→	Акустические	Звуковое давление, объемная скорость, звуковая энергия, интенсивность звука, удельное акустическое сопротивление, коэффициент отражения, коэффициент поглощения и др.
→	Электрические и магнитные	Электрический заряд, напряжение электрического поля, потенциал, емкость, диэлектрическая проницаемость, сила электрического тока, электрическое сопротивление, индуктивность, магнитный поток, магнитная проницаемость и т. п.
→	Параметры излучений	Лучистый поток, сила света, освещенность, яркость, коэффициент преломления, спектральная плотность и т. п.
→	Параметры атомной физики	Радиоактивность, доза поглощенного излучения, момент диполя и т. д.
→	Химические	pH-значения, влажность, содержание пара, молекулы газа, молекулы жидкости, молекулы твердого тела, цвет и т. д.

Рис. 1.8. Измеряемые физические характеристики объектов диагностирования

Все объекты в технической диагностике принято разделять на три группы: непрерывные объекты, дискретные и гибридные. К непрерывным объектам относятся объекты, параметры которых в процессе функционирования могут принимать множество значений. Это механические системы автомобилей, тракторов, сельскохозяйственных машин, двигателей внутреннего сгорания, электродвигателей, строительных машин и т. д. К дискретным объектам относятся объекты этих машин, параметры которых задаются на конечных множествах и время отсчитывается дискретно. Это система зажигания двигателей, электронно-цифровые микросхемы систем управления, релейно-контактные схемы и др. Гибридные объекты технической диагностики представляют собой комбинации непрерывных и дискретных механизмов, агрегатов, устройств. Цикл их функционирования является постоянным во времени.

Дискретный объект – набор элементов, определенным образом связанных между собой. Элементы, независимо от их строения, рассматриваются как конечный шаг дробления объекта. В простейшем случае считается, что элемент может иметь только два технических состояния: работает - не работает. В дискретном объекте возможны три вида неисправностей: не работает один или несколько элементов; отсутствует связь между элементами там, где она должна быть; имеется связь между элементами там, где ее не должно быть. Обычно в дискретных объектах элемент может пребывать в одном из двух рабочих состояний, например, открытом или закрытом (триггеры или вентили). Типичные дискретные объекты – электрические схемы. Пока схемы были просты, можно было пройти тестером последовательно по всем критическим узлам схемы и найти неисправность. С усложнением схем такой последовательный полный перебор стал слишком трудоемким и долгим. Начали создавать диагностические тесты.

Диагностические тесты – это алгоритм действий по отысканию неисправности (дефекта) в дискретном объекте. Обычно стараются создать диагностический тест минимальный по числу проверок, длительности и трудоемкости, представляя объект моделями – таблицами функций неисправностей или переходов-выходов.

Простой пример дискретного объекта – система зажигания. Для нахождения неисправности проверяют свечи по очереди. Система имеет несколько выходов (свечей). При проверке прежде всего сокращают область поиска – ищут, на каком выходе сигнал неправильный. Проще всего вынимать по очереди идущие к свечам провода высокого напряжения и подносить конец провода к массе, то есть головке блока работающего двигателя, чтобы проверить, есть ли искра. Если на всех проводах искра есть и она не слаба, значит, не работает свеча. Проверяют по очереди свечи, чтобы найти дефектную. Если один из проводов не дает искры, то, скорее всего, неисправен этот провод. Если все провода не дают искры, проверяют центральный провод, конденсатор, катушку зажигания и т. д. Следует знать, что этот способ проверки небезопасен на двигателях с электронными системами зажигания, так как может привести к дорогостоящему ремонту вышедших в этом случае из строя электронных блоков.

В диагностировании технических систем есть два основных направления: диагностирование непрерывных объектов и диагностирование дискретных объектов.

Если часть координат объекта задана на континуальных (непрерывных) множествах, а другие – конечными множествами, то такие диагностические объекты являются гибридными (смешанными), например, аналого-цифровые преобразователи (рис. 1.9).

Даже электронную схему можно считать дискретным объектом лишь до некоторой степени. Если в ней есть транзистор, это уже смешанный объект, поскольку транзистор выдает аналоговый сигнал. На выходе триггера сигнал либо есть, либо отсутствует – это один из двух ответов: да или нет. Аналоговое устройство не выдает сигнал да или нет, оно определяет «столько-то». Поэтому в большинстве случаев технические системы являются смешанными

(гибридными). То есть часть координат объекта задана на непрерывном (континуальном) множестве, а другие – конечным множеством (например, аналого-цифровые преобразователи, встроенные электронные системы управления механизмами и др.).



Рис. 1.9. Объекты и режимы диагностирования

Более значительное, чем в дискретной технике, многообразие физических принципов реализации аналоговых объектов затрудняет разработку общих теоретических и методических подходов к диагностированию технического состояния объектов этого класса. В качестве широко применяемых диагностических моделей аналоговых объектов можно назвать их логические модели и графы причинно-следственных связей. Эти модели пригодны лишь в тех случаях, когда возможна организация диагностирования на принципах допускового контроля параметров объекта.

Все физические величины являются дискретными или квантованными и все такие кванты очень малы. Поэтому мир представляется нам непрерывным, аналоговым. В результате объекты описываются параметрами, каждый из которых может иметь не два, а бесконечно большое число значений, то есть представляет собой аналоговую величину, а потому для оценки разных технических состояний таких объектов приходится определять численные значения этих параметров, то есть измерять их.

1.7. Характеристика режимов диагностирования (контроля) и предельных состояний машины

Чем сложнее система, тем сильнее сказываются на ее параметрах условия или режим измерения диагностических параметров (режим диагностирования).

Режим – это сочетание скорости (линейной или угловой), преодолеваемых сил сопротивления (полезной и вредной нагрузки) и рабочей температуры. Иногда устанавливают отдельно скоростные, нагрузочные (силовые) и температурные режимы. Выделяют режимы частичные, реальные и полные.

Реальный – характерный рабочий режим (например, движение по ровной дороге с полной нагрузкой и нормальной скоростью, например, 60 км/ч). **Полный режим** – максимально возможный для объекта. **Частичный (сокращенный) режим** – небольшая скорость, неполная или нулевая нагрузка, небольшая температура и т. п. В тестовом режиме на вход объекта подают сигнал, достаточный, чтобы вызвать отклик на выходе и по нему судить о техническом состоянии объекта.

Например, силовые электрические системы проверяют тестером с батареей на 1,5 В.

Установившийся (статический) режим – постоянная скорость, нагрузка, температура (движение по горизонтальной дороге с постоянной скоростью; равномерное движение на затяжном спуске с постоянным притормаживанием).

Неустановившиеся (динамические) режимы – разгон, движение по инерции с отключенным двигателем или разобщенной трансмиссией (выбег), торможение с потерей скорости.

Одни диагностические операции выполняют на неработающем объекте. Другие – на работающем в частичных режимах. Операции диагностирования часто требуют полных режимов, поскольку:

- некоторые неисправности проявляются только в полных режимах;
- требования установлены нормативными документами для реальных или полных режимов и предусматривают проверку работоспособности объекта в реальных условиях, а не в условиях проверки на стендах диагностики.

Наконец, есть группа проверок, связанных с безопасностью движения, когда лучше довести машину до поломки при диагностировании и тем предотвратить более опасный случай – внезапную поломку в условиях реальной работы. Поэтому, когда начинают ранжировать требования к машине, всегда нужно ставить на первый план требования безопасности для людей и работы машин.

Основным критерием предельного состояния машины является то экстремальное значение параметра, которое допускается техническими условиями. Однако сам ход процесса изменения исходных параметров и наличие зон их резкого роста также является критериями для установления максимально допустимых значений X_{max} [7, 9, 12].

Возможны три основных группы критериев (табл. 1.2):

- в результате износа или других повреждений происходит скачкообразное изменение состояния машины и она перестает функционировать. Напри-

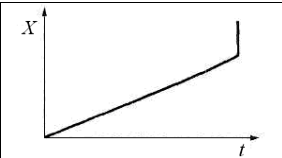
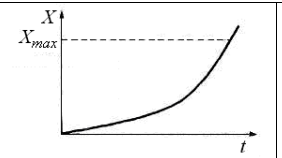
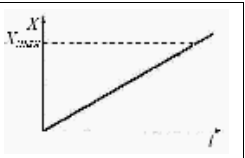
мер, потеря герметичности резервуара во время коррозии, заклинивание машины во время ее износа, поломка детали в результате хрупкого разрушения и т. п. Здесь, как правило, трудно делать выводы по исходному параметру о близости к предельному состоянию, поэтому целесообразнее регламентировать максимально допустимую степень повреждения X_{max} ;

- в результате процесса повреждения появилась зона интенсивного роста исходных параметров машины – рост вибраций, температуры, шума. Здесь даже если эти параметры еще находятся в допустимых пределах, необходимо установить значение X_{max} , соответствующее началу интенсификации процесса потери работоспособности;

- основной случай назначения X_{max} – когда процесс повреждения не имеет экстремальных зон и исходные параметры определяются установленными на машину техническими условиями.

Таблица 1.2

Критерии предельного состояния

Вид повреж- дения			
	1 группа	2 группа	3 группа
Потеря проч- ности и жест- кости	Хрупкое разрушение	Усталостное разруше- ние поверхности	Деформация в преде- лах упругости
Тепловые де- формации	Возникновение тепло- вых трещин	Деформация с возник- новением пластических зон	Деформация без из- менения состояния материала
Коррозия	Сквозная коррозия ем- кости	Потеря несущей спо- собности детали	Окисление поверх- ности
Износ	Поломка в результате износа	Изменение вида износа	Искривление формы поверхности трения

1.8. Характеристики состояния машины

Состояние – это совокупность количественных значений параметров и качественных признаков, описывающих техническую систему с заданной точностью. Точность описания определяется степенью адекватности выбранной совокупности существенных свойств объекта диагностики и соответствующих параметров физических процессов целям обеспечения его безопасной, надеж-
ной и эффективной эксплуатации.

Техническое состояние машин, зависит от многих факторов. В жизнен-
ном цикле состояние машин зависит от качества проектирования, включая ка-
чество доводки; качества производства и эксплуатации, включая качество вво-
да в эксплуатацию и технического обслуживания. Диагностическое обеспече-

ние и выбор диагностических параметров зависит от качества проектирования машин и, прежде всего, от достигнутых показателей надежности.

В общем случае понятие «техническое состояние» определяет некоторую текущую характеристику технического изделия, зависящую от степени его соответствия техническим условиям на эксплуатацию.

Техническое состояние объекта – состояние, которое характеризуется в определенный момент времени, при определенных условиях внешней среды значениями параметров, установленных технической документацией на объект. Техническое состояние характеризуется совокупностью свойств проектного состояния или подверженных изменению в процессе доводки, производства, эксплуатации и ремонта.

В процессе эксплуатации машин определенное конструкцией взаимное расположение деталей остается неизменным, а изменяется их взаимная связь, например, зацепление шестерен, сопряжение пар трения в результате изнашивания. Чтобы определить, в каком состоянии находится автомобиль или его элемент, необходимо знать параметры его технического состояния, заданные нормативно-технической документацией. Управление техническим состоянием изделий в процессе эксплуатации может быть осуществлено как через управление режимами эксплуатации, так и путем непосредственного изменения состояния при ТО и ремонте изделия.

Признаками технического состояния объекта диагностирования могут быть качественные и количественные характеристики его свойств. Качественные признаки, используемые при диагностировании объекта, называются диагностическими признаками. Примерами качественных признаков являются оплавление изоляции; не характерные для нормального функционирования шум, вибрация; искрение щеток электрической машины, цвет отработавших газов и т. п. Оценка технического состояния машины может быть произведена на основании анализа функций ее состояния, под которыми понимают показатели ее процессов: технико-экономические, параметрические и расчетные (показатели надежности, показатели нагрузочно-деформационного состояния и др.).

Различают следующие виды технического состояния: исправное и неисправное, работоспособное и неработоспособное, правильное функционирование и неправильное функционирование.

Разные формы технического состояния машин проявляются через множество признаков, которые характеризуют это состояние.

Параметрами состояния могут быть режимы работы, внешние условия, качество изготовления, сборки, монтажа. Необходимо выбрать высокоинформативные точки измерений контролируемого параметра (сигнал), иначе цель диагностирования будет неосуществима или недостаточна для оценки реального технического состояния.

Параметр состояния – физическая величина, характеризующая работоспособность или исправность объекта диагностирования и изменяющаяся в процессе работы. Различают структурные и диагностические параметры состояния машины.

Параметры, непосредственно характеризующие работоспособность или исправность объекта диагностирования, называются структурными.

Структурные параметры характеризуют структуру машины, которая определяет связи и взаимодействия элементов, определяющих существенные свойства составных частей, деталей и сопряжений, рабочие характеристики. К структурным параметрам относятся размеры и геометрическая форма деталей, величина износа деталей, физико-химические свойства материалов, зазоры в сопряжениях подвижных деталей и клапанных механизмах, натяги и посадки деталей, несоосность, положение регулирующих элементов, параметры шероховатости поверхностей и микрогеометрия, биение вращающихся деталей, изменение ориентации и крепления деталей, засорение фильтров, воздухоочистителей, изгиб деталей, неплоскостность поверхностей, углы установки управляемых колес транспортных машин, свободный и рабочий ход тормозной педали, износ сопряжений гидроусилителя, смещение агрегатов, рессор, виброизоляторов и др.

Возможность непосредственного измерения структурных параметров объектов диагностирования без их разборки весьма ограничена. Поэтому при определении технического состояния механизмов автомобиля пользуются диагностическими параметрами – косвенными величинами, связанными со структурными параметрами и несущими достаточную информацию о техническом состоянии объекта.

Исправное состояние – состояние объекта, при котором он способен выполнять все заданные функции.

Неисправное состояние – состояние объекта, при котором он не способен выполнять хотя бы одну из заданных функций.

При исправном техническом состоянии машины значения всех параметров состояния находятся в допустимых пределах. Выход из этих пределов любого параметра означает, что машина неисправна.

Неисправность в ряде случаев не связана непосредственно с потерей работоспособности. Неисправный узел или агрегат не может выполнять все свои функции или выполняет их с определенными отклонениями. Если своевременно не устранить неисправность, может возникнуть отказ. Например, неустранимый стук в подшипниках коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания приводит к его заклиниванию.

Работоспособность – состояние изделия, при котором оно способно выполнять функции, сохраняя значения заданных параметров в пределах, установленных нормативной технической документацией.

Машина называется работоспособной, если значения ее основных параметров находятся в допустимых пределах изменения и если она нормально выполняет заданные функции. Постепенное изменение структурных параметров приводит к полной утрате работоспособности элементов структурной единицы и она не может выполнять свои функции. Утрата работоспособности называется отказом.

С расширением функциональных возможностей применяемых бортовых систем диагностирования автомобилей в эксплуатации методов и электронных средств контроля технического состояния все больше внезапных отказов мо-

жет быть отнесено к числу постепенных. Разграничение отказов на постепенные и внезапные позволяет выбирать соответствующие методы и средства их локализации, а также методы прогнозирования остаточного ресурса.

Отказ – событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта, то есть утрата объектом способности выполнять требуемую функцию. «Отказ» является событием в отличие от «неисправности», которая является состоянием и причиной отказа.

Отказы возникают по причине, связанной с несовершенством конструкции, технологии производства и эксплуатации автомобиля. Снижение отказов конструкционного, производственного и эксплуатационного происхождения достигается совершенствованием методов диагностирования и своевременным принятием мер по устранению дефектов (неисправностей) на каждом этапе жизненного цикла.

Функциональный отказ – событие, которое приводит изделие в неработоспособное состояние. Функциональный отказ большей частью связан с нарушениями и недопустимыми деформациями конструкции, с обрывами, прогарами, разгерметизацией и т. п.

Параметрический отказ – событие, которое приводит к недопустимым изменениям параметров или характеристик изделия. Параметрический отказ не ограничивает возможность дальнейшего функционирования изделия, однако оно становится неработоспособным с точки зрения технических требований к нему.

Отказы возникают постепенно или внезапно. Признаком **постепенного отказа** служит предельное значение основного параметра состояния, вследствие чего составная часть постепенно приходит в неработоспособное состояние, препятствующее выполнению ею функций, заданных при конструировании (снижение мощности, износ шин, износ сопряжений). Признаком **внезапного отказа** является аварийная ситуация или предельное состояние составной части, наступающее внезапно и препятствующее ее дальнейшему использованию.

Внезапные отказы чаще являются следствием неконтролируемого в условиях эксплуатации постепенного качественного изменения физико-механических свойств, накопления в деталях усталостных повреждений или следствием действия недопустимых нагрузок, температур и т. д. Примерами внезапных отказов являются перегорание электрических ламп, пробой проводов высокого напряжения, обрыв рукавов высокого давления гидропривода.

Диагностические признаки характеризуются значительным разнообразием, однако их можно сгруппировать, принимая во внимание их некоторую общность. К этим признакам относятся параметры технического состояния: структурные, функциональные, сопутствующие и другие параметры, характеризующие структуру и функционирование машины, а также качественные и количественные характеристики ее свойств. Например, отсутствие зазора (или большой зазор) в зацеплении шестерен зубчатой передачи или подшипниках вызывает чрезмерный зазор и нагрев корпуса, стуки в сопряжениях, резкое снижение эффективности работы, что может приводить к отказам. Машина и

ее структурные элементы, представляют собой упорядоченную структуру элементов, работа которой обусловлена их взаимодействием между собой.

Установление факта неисправности по внешним признакам является основанием для более углубленного диагностирования соответствующего агрегата путем измерения диагностических и структурных параметров состояния.

Независимый отказ – это отказ объекта, не обусловленный отказом другого объекта.

Зависимый отказ – это отказ объекта, обусловленный отказом другого объекта.

При **полном отказе** объект прекращает выполнение всех возложенных на него функций, а при частичном – некоторые функции объектом еще выполняются.

Перебегающий отказ (сбой) – это многократно возникающий самоустраниющийся отказ объекта одного и того же характера. Весьма важным в теории надежности является разделение отказов на внезапные и постепенные.

Внезапный отказ – это отказ, характеризующийся скачкообразным изменением значений одного или нескольких заданных параметров объекта.

Постепенный отказ характеризуется медленным изменением значений параметра объекта.

Конечно, деление отказов на внезапные и постепенные весьма условно. Поскольку физико-химические процессы, приводящие к отказам, во времени непрерывны, то в принципе внезапных отказов, как таковых, быть не может. Просто мгновенность быстро протекающих процессов приводит к внезапному проявлению отказов. Но при наличии совершенной контрольно-измерительной аппаратуры и правильно выбранной частоте контроля объектов можно прогнозировать появление отказа, то есть относить его к классу постепенных отказов.

В период приработки выявляются отказы по вине проектировщиков, конструкторов и изготовителей. Здесь характерны внезапные отказы объекта. Период нормальной эксплуатации характерен наименьшим количеством отказов и приблизительно постоянством интенсивности отказов.

В результате действия той или другой энергии может не сразу произойти повреждение материала объекта. Часто существует период «накопления воздействий», прежде чем начинается период внешнего проявления процесса, то есть повреждения объекта. Например, для начала развития усталостной трещины необходимо определенное число циклов переменных напряжений. При этом под повреждением материала понимают отклонение его контролируемых свойств от начальных. Если эти отклонения превосходят допустимый уровень, то может произойти отказ объекта.

Деградация – действие одного или совокупности естественных процессов старения, коррозии, изнашивания, усталости или разрушения.

Старение – постепенное необратимое изменение свойств объекта, вызываемое химическими и (или) физическими процессами, самопроизвольно протекающими в материалах.

Отказоустойчивость – свойство объекта сохранять работоспособность при наличии отказов его составных частей.

Отказоустойчивость закладывается при проектировании объекта в целях недопущения критических отказов и обеспечения безопасности.

1.9. Термины и определения в диагностике

Диагностическое обеспечение – комплекс взаимосвязанных правил, методов, алгоритмов и средств, необходимых для осуществления диагностирования на всех этапах жизненного цикла объекта.

Контролепригодность – свойство объекта, характеризующее его пригодность к проведению диагностирования (контроля) заданными средствами.

Точка контроля – место расположения первичного источника информации о диагностическом (контролируемом) параметре.

Контролируемый сигнал – сигнал, поступающий на вход диагностирования (контроля) и несущий информацию о техническом состоянии объекта.

По характеру воздействия на объект диагностирования параметры разделяют на входные и выходные.

Под входным параметром понимают меру воздействия на объект диагностирования извне. Например, нагрузка и характер ее приложения (переменная или постоянная), расход и качество топлива, климатические и атмосферные условия, дорожные условия и др.

Под выходным параметром понимают меру внешнего проявления свойств объекта диагностирования, например, мощность двигателя, температура охлаждающей жидкости, картерного масла и отработавших газов, дымность газов, состав отработавших газов и др.

Количественной мерой параметра состояния является его значение, которое может быть номинальным, допускаемым и предельным.

Исходный (номинальный) диагностический параметр – номинальное (расчетное) значение, определяемое для составных частей новых и отремонтированных машин, служит началом отсчета отклонений. При этом, как правило, обеспечивается максимальная эффективность эксплуатации составной части по технико-экономическим показателям (безотказности работы и экономичности). Номинальное значение параметра соответствует новым технически исправным машинам, агрегатам, узлам и элементам. Этот параметр нормируется с учетом заданной выборки элементов и их функциональным значением. Номинальные значения параметров состояния, могут также назначаться (определяться) и для капитально отремонтированных составных частей и элементов машин после их **обкатки и приработки**.

Предельное значение диагностического параметра – наибольшее или наименьшее значение параметра, которое может иметь работоспособная часть.

Предельное состояние машины, узла, детали наступает в том случае, когда дальнейшее использование рассматриваемого объекта технически невозможно, технико-экономически и технологически нецелесообразно или невозможно из-за нарушения требований безопасности.

При этом дальнейшая эксплуатация составной части или машины в целом без проведения ремонта недопустима ввиду резкого увеличения интен-

сивности изнашивания сопряжений, чрезмерного снижения экономичности машины или нарушения требований безопасности.

Достижение предельного значения хотя бы одного из параметров означает, что данная составная часть находится в предельном состоянии.

Изменение диагностического параметра от номинального до предельного называют допустимым.

Допустимое значение параметра – значение, при котором обеспечивается безотказная работа составной части до очередного диагностирования (контроля), исходя из необходимости обеспечения надежной работы. По мере увеличения изменений диагностического параметра от номинального (исходного) до предельного, ресурс и эффективность использования машины снижается в пределах допустимых значений.

Допускаемые параметры, характеризующие техническое состояние составных частей машины, имеет два значения. Одно из них рассчитывают, исходя из необходимости диагностирования при эксплуатации для обеспечения надежной работы составной части, а второе – для выбраковки деталей при ремонте.

Значения параметра, не выходящие за пределы допускаемых величин, называют нормальными. Они находятся в диапазоне между номинальными и допускаемыми величинами. Изменение допускаемых предельных значений параметра износа деталей, позволяющее повторное использование, не должно превышать 20-25%.

Диагностические нормативы – это количественная мера диагностического параметра.

Допустимое значение регулировок – оптимальное значение начальной регулировки (настройки) с учетом минимальных затрат и потерь времени при выполнении работ. При нарушении начальной регулировки (например, настройки форсунки на давление начала впрыска) наблюдаются определенные потери, выражающиеся в снижении мощности, повышении расхода топлива, ухудшении качества сгорания топлива и, соответственно, в увеличении количества вредных веществ в отработавших газах.

При техническом диагностировании машин часто приходится оценивать состояние отдельных агрегатов по частным и обобщенным параметрам.

Обобщенный (или комплексный) параметр – диагностический параметр, характеризующий с допускаемой погрешностью техническое состояние нескольких составных частей машины в целом, например, эффективная мощность дизеля, удельный расход топлива, продолжительность поддержания требуемого давления в системах смазки и торможения, индикаторный КПД и т. п. Использование обобщенных параметров состояния позволяет в значительной мере снизить трудоемкость диагностирования, особенно при заявочном (внеплановом) техническом обслуживании машины.

Локальный (или частный) диагностический параметр характеризует состояние одного отдельного элемента.

Отсюда возникают и следующие термины: общее и углубленное диагностирование, ресурсное и функциональное диагностирование.

Независимые и зависимые параметры. Независимые указывают на одну конкретную неисправность, а зависимые дают более общую информацию об объекте диагностирования. Например, общий люфт редуктора можно отнести к независимым параметрам, так как он свидетельствует об изнашивании зацеплений коробки передач, но не определяет размеры износа.

Рабочее техническое диагностирование – диагностирование, при котором на объект подаются рабочие воздействия.

Тестовое техническое диагностирование – диагностирование, при котором на объект подаются тестовые воздействия.

Диагностический тест – одно или несколько тестовых воздействий и последовательность их выполнения, обеспечивающие диагностирование.

Экспресс-диагностирование – диагностирование по ограниченному числу параметров за заранее установленное время.

Непрерывное техническое диагностирование – диагностирование, при котором поступление информации происходит непрерывно.

Самоконтроль – диагностирование (контроль) объекта диагностирования (контроля) с помощью встроенных средств диагностирования или специальных программ.

Система технического диагностирования – совокупность средств, объекта и исполнителей, необходимая для проведения диагностирования (контроля) по правилам, установленным в технической документации.

Реализация параметра – непрерывное изменение параметра состояния конкретного объекта диагностирования.

Ресурс – суммарная наработка объекта от начала его эксплуатации или его возобновления после ремонта до перехода в предельное состояние.

Остаточный ресурс – суммарная наработка объекта от момента контроля его технического состояния до перехода в предельное состояние.

Достоверность технического диагностирования (контроля) – степень объективного соответствия диагноза действительному техническому состоянию.

Достоверность результатов диагностирования характеризуется способностью методов, средств измерения и режимов диагностирования отражать фактическое состояние объекта. Она зависит от полноты полученной исходной информации, назначенных предельных диагностических параметров, которые обусловлены выбором контролируемого параметра, от возможности потери информации вследствие несовершенства методов диагностирования, выбора и однозначности применения режимов диагностирования.

Точность результатов диагностирования – зависит, прежде всего, от правильности выбора проверяемых параметров, обуславливающих методическую погрешность, и степени совершенства средств диагностирования, обуславливающих инструментальную погрешность. Большие погрешности измерений приводят к ошибке при оценке технического состояния объектов диагностирования.

Мониторинг – процесс постоянного наблюдения сбора и анализа информации об изменении технического состояния машины, анализ причин этих изменений. Мониторинг не ставит своей целью обнаружение места и вида не-

исправности на ранней стадии ее развития и определение остаточного ресурса. В функции мониторинга входит систематический или периодический контроль изменений технического состояния с проведением анализа и представление информации в процессе принятия решений.

Прогнозирование – определение технического состояния объекта с заданной вероятностью на предстоящий интервал времени.

1.10. Виды диагностических параметров

Для оценки технического состояния объекта диагностирования необходимо определить текущее значение структурного параметра и сравнить его значение с нормативным. При несоответствии норме проводят диагностирование – определение места и вида неисправности [7, 9, 12].

Диагностические параметры, которые определяют техническое состояние объекта, принято делить на прямые и косвенные. Прямые параметры непосредственно характеризуют техническое состояние объекта. По косвенным параметрам судят о состоянии объекта на основании корреляционных связей этих показателей с показателями технического состояния.

Не только в механических, а в большинстве гидравлических и газодинамических системах в качестве меры нарушения их структуры в большинстве случаев выступает величина зазора между деталями, соединенными в кинематическую пару.

Структура механизма определяется предписываемыми ему функциями. Это размеры и форма деталей, зазоры в кинематических парах и ряд других элементов механизмов, обеспечивающие его нормальную работу, состояние механизма.

Эта группа параметров связана со способом организации объекта, то есть сюда относятся физические, химические, электрические, геометрические свойства структурных блоков, характеристики динамических звеньев и другие сведения. Способ функционирования тесно связан со структурой организации объекта (элемента, сменного блока и т. д.), под которой понимается совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих структурных элементов, свойства и характер которых имеют существенное значение для работоспособности объекта (сменного блока).

Свойства структуры механизмов могут быть охарактеризованы различными наборами параметров, ограничивающих ресурс и функциональные состояния его составных частей, определяющих технико-экономические показатели и технику безопасности машины.

Структурная организация характеризуется рядом количественных параметров, которые и относятся к классу структурных. Отражение структурной организации объекта через посредство структурных параметров отображает его техническое состояние, выявление которого и является одной из задач технического диагностирования и которое изменяется под влиянием внешних условий, воздействий управления объектом, естественного износа и качества изготовления объекта (начальные условия состояния).

Диагностический параметр – параметр объекта, используемый при его диагностировании (контроле) для определения технического состояния. Таковыми параметрами могут быть, например, температура, зазор, шум, вибрация, степень герметичности, давление, расход топлива, расход масла и др. Большинство измеряемых диагностических параметров косвенно характеризуют структурные параметры элементов машины (табл. 1.3, 1.4). Поэтому основной задачей технической диагностики является выбор диагностических параметров, обеспечивающих максимальную информацию о техническом состоянии объекта диагностирования.

Таблица 1.3

Структурные параметры и их диагностические параметры

Структурные параметры	Диагностические параметры
Зазоры в сопряжениях цилиндропоршневой группы	Количество газов, прорывающихся в картер; угар картерного масла
Зазоры в подшипниках коленчатого вала	Давление в масляной магистрали
Плотность электролита	Степень разряженности аккумуляторной батареи

Таблица 1.4

Характеристика диагностических признаков и параметров

Структурный параметр	Диагностический признак
Ранний угол опережения подачи топлива в цилиндры	Жесткая работа двигателя, дымный выхлоп (неполное сгорание топлива) при работе под нагрузкой
Износ фрикционных накладок муфты сцепления	Нагрев корпуса муфты при работе под нагрузкой
Отсутствие зазора в зацеплении шестерен (при нарушении регулировки после ремонта)	Чрезмерный нагрев корпуса

Большинство измеряемых диагностических параметров косвенно характеризуют структурные параметры элементов машины.

Во многих случаях диагностические параметры более правильно характеризуют техническое состояние объекта диагностирования, чем структурный параметр, например, состояние цилиндропоршневой группы лучше определить по вибрационному параметру, количеству газов, прорывающихся в картер, по угару картерного масла, по компрессии, а не по зазорам в сопряжениях и другим структурным параметрам.

Структурный параметр – параметр, непосредственно характеризующий работоспособность или исправность объекта диагностирования (износ, размер детали).

Между структурными и соответствующими им диагностическими параметрами существует определенная количественная связь, основанная на известной закономерности. Все структурные параметры состояния можно разделить на ресурсные и функциональные (рис. 1.10 [7]).

По структурным (конструктивным, геометрическим) параметрам определяют состояние сопряженных деталей и механизмов (износ, величина зазоров, люфтов, биений, свободного хода (например, педали), тепловой зазор в клапанных механизмах, размер и форма детали, натяг в сопряжениях деталей и др.).

На реальный процесс изменения структурных параметров оказывает ряд конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов, определяющих их.

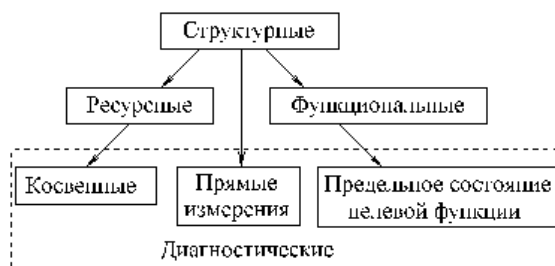


Рис. 1.10. Параметры состояния машин

К ресурсным структурным параметрам состояния объекта относятся зазоры в подшипниковых узлах, зубчатых передачах, клапанных механизмах; биения валов, прогиб рессор, высота протектора шины, натяг в сопряжениях, физико-химические свойства материалов и т. п., непосредственно обуславливающие техническое состояние механизма и машины в целом.

Ресурсный параметр – параметр, изменение которого выше предельного значения, обуславливает утрату работоспособности составной части (элемента) машин в силу исчерпания ресурса, восстанавливаемый посредством ремонта или замены элемента.

В качестве ресурсных параметров (отказов) в большинстве случаев выступают отдельные структурные или их совокупность, например, зазоры в сопряжениях вал-подшипник скольжения, в подшипнике качения, подшипник качения-корпус; износ подшипников, шестерен, шлицев, валов и др. (графики 1, 2, рис. 1.11 [7]).

Параметры процесса функционирования объекта образуют характеристики множества подпроцессов, составляющих основной процесс функционирования структурного блока (элемента), позволяющий выполнить ему свое функциональное назначение.

Функциональные параметры – это обычно технические и рабочие характеристики машины и ее составных частей, интегрально отражающие определенную совокупность структурных параметров. Если систему машины характеризует совокупность элементов, то функциональные параметры как раз и определяют эти связи.

Изменение функционального параметра выше предельного значения обуславливает утрату работоспособности или неисправность составных частей, в результате изменения показателей технической характеристики объекта,

восстанавливаемых при техническом обслуживании. Функциональные параметры характеризуют связи между элементами систем машин: снижение эффективной мощности двигателя или частоты вращения вала, производительности масляного насоса, давления открытия перепускного и предохранительного клапанов, напряжение на клеммах аккумуляторной батареи (см. рис. 1.11, график 3), тепловой зазор в клапанном механизме, зазор в масляном насосе, в сопряжении «гильза-поршень».

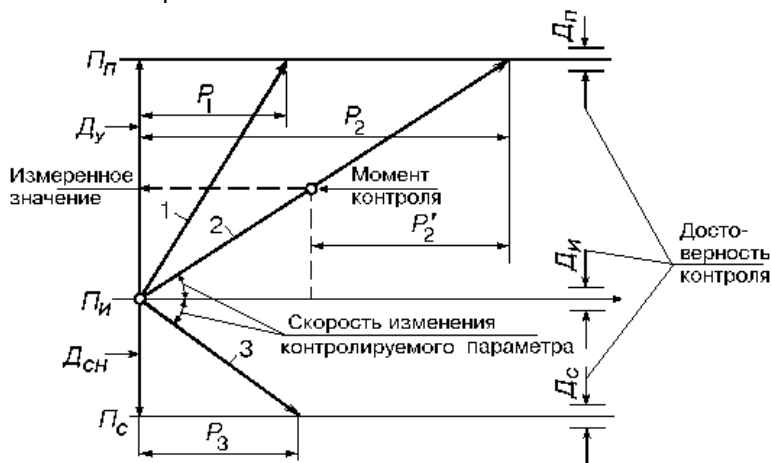


Рис. 1.11. Параметры технического состояния:

1, 2, 3 – линейные тренды диагностического параметра; P_1, P_2, P_3 – ресурсы отдельных элементов; Π_p – предельное увеличение диагностического параметра; Π_c – предельное снижение диагностического параметра; D_y – допустимое увеличение; D_{cn} – допустимое снижение; Π_i – исходное значение диагностического параметра; P'_2 – остаточный ресурс; D_i, D_c, D_p – достоверность определения исходных (D_i), предельных (D_p) параметров снижения (D_c)

Качественное техническое состояние можно определить совокупностью диагностических параметров. Различают следующие параметры: выходных рабочих процессов, сопутствующих процессов и структурные (геометрические). Физическая характеристика диагностических признаков, диагностических параметров и область их использования приведены в табл. 1.5.

Параметры выходных рабочих процессов определяют основные функциональные свойства автомобиля, например, мощность, расход топлива, тормозные свойства и т. д. По значениям этих параметров можно судить о состоянии машины в целом.

Параметры сопутствующих процессов сопровождают работу двигателя, агрегата, системы и косвенным образом свидетельствуют о состоянии машины при функционировании, например, температура агрегата, материала, уровень шума или вибрации, содержание продуктов износа в масле, содержание вредных веществ в отработавших газах. Низкая компрессия и повышенный прорыв отработавших газов в картер двигателя свидетельствуют об износе цилиндропоршневой группы. Эти параметры дают более конкретную информацию о состоянии тех или иных узлов и механизмов машины.

На реальный процесс изменения структурного параметра оказывает влияние значительное количество факторов. Их можно разделить на две группы: внутренние и внешние или конструктивные, технологические и эксплуатационные.

Таблица 1.5

Характеристика диагностических признаков и параметров

Диагностические признаки	Диагностические параметры	Объекты диагностирования
1. Снижение эффективности	Мощность, тормозной путь, сила тяги и скорость. Интенсивность разгона, снижение частоты вращения коленчатого вала при отключении цилиндров	Двигатель, тормозная система, коробка передач, сцепление, ведущий мост
2. Правильность геометрических сопряжений	Линейные и угловые зазоры (люфты), свободный и рабочий ход	Рулевое управление, механизмы приводов, подшипники колес
3. Степень герметичности рабочих объемов	Компрессия, расход картерных газов, давление топлива в системе, давление воздуха, давление охлаждающей жидкости	Двигатель, шины, компрессор пневмосистемы, топливная система, система охлаждения
4. Нарушение правильности циклических процессов	Изменение силы тока и напряжения в электрических цепях, изменение амплитуды колебания поддрессоренных масс, изменение установки зажигания и угла опережения впрыска топлива	Система зажигания, система впрыска топлива, генератор, стартер, подвеска двигателя и автомобиля
5. Отклонение от нормы акустических процессов	Виброимпульсы, частота и фазы колебаний, амплитуда колебаний, звуковое давление	Двигатель, агрегаты, трансмиссия, топливная аппаратура дизелей
6. Изменение состава картерного масла	Показатели масла (вязкость, плотность, щелочность, наличие воды)	Двигатель, система охлаждения, топливная система, агрегаты трансмиссии автомобиля
7. Изменение состава отработавших газов	Содержание в выпускных газах сажи, окиси углерода, окиси азота и углеводородов	Двигатель, система зажигания, система фильтрации воздуха, система подачи топлива
8. Тепловое состояние	Температура и скорость ее изменения	Система охлаждения, система смазки, агрегаты трансмиссии, подшипники колес
9. Изменение КПД агрегатов автомобиля	Выбег автомобиля, усилие на рулевом колесе, сопротивление качению колес	Трансмиссия, рулевое управление, подшипники колес
10. Изменение вида поверхностей агрегатов	Визуально наблюдаемые деформации, изменение окраски, следы подтекания жидкостей, топлива и масел, износ	Кузов, двигатель, агрегаты трансмиссии, системы автомобиля, шины

1.11. Взаимосвязь структурных и диагностических параметров

Диагностическими параметрами могут быть параметры рабочих и сопутствующих процессов или их производные. По значениям этих параметров можно судить о состоянии агрегата или автомобиля в целом.

Структурные параметры (геометрические определяют состояние сопряженных деталей и механизмов по величине зазоров, люфтов, биений, свободных ходов (например, тепловой зазор в клапанах двигателя). Взаимосвязь структурных и диагностических параметров на примере топливной аппаратуры двигателя показана в табл. 1.6.

Таблица 1.6

Взаимосвязь структурных и диагностических параметров топливной аппаратуры дизеля

Название диагностического параметра	Что характеризует
Остаточное давление перед началом подачи топлива	Состояние нагнетательного клапана и форсунки
Момент начала нагнетания топлива	Состояние кулачков вала топливной помпы, плунжера и распределительных шестерен
Давление начала впрыскивания	Упругость пружины форсунки и износ торцевых поверхностей, на которые опирается пружина
Момент начала впрыскивания	Состояние привода топливной помпы, топливопроводов высокого давления
Интервал времени нарастания давления	Износ пары плунжера насоса
Максимальное давление	Регулировка усилия пружины форсунки
Длительность впрыскивания	Ход иглы, пропускная способность распылителя
Интервал времени спада давления	Состояние пары плунжера и пропускная способность распылителя форсунки

Для углубленного диагностирования сложных объектов выбирают и измеряют десятки параметров, например, для двигателя следующие:

- в системе зажигания – напряжение в первичной и вторичной обмотках катушки зажигания;
- угол опережения и сила токо-искрового разряда;
- в системе подачи воздуха – расход воздуха и разрежение во впускном коллекторе;
- в системе впрыскивания топлива – длительность впрыскивания, давление, температура и расход топлива;
- в цилиндропоршневой группе – давление в цилиндре и расход картерных газов;
- в системе выпуска – состав и оптическая плотность газов.

Окончательную номенклатуру диагностических параметров уточняют на этапе разработки диагностических средств и системы диагностирования.

Между структурными (S) и диагностическими (П) параметрами в зави-

симости от сложности объекта могут существовать различные взаимосвязи (рис. 1.12 [7, 12]).

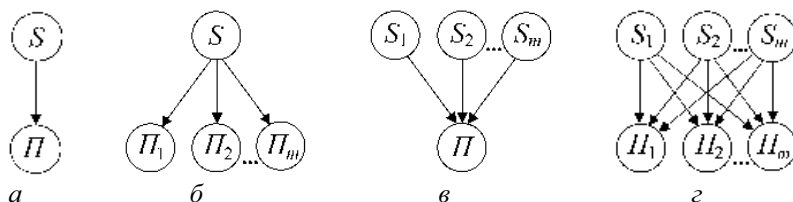


Рис. 1.12. Взаимосвязь диагностических параметров со структурными

Различают:

- единичную связь (рис. 1.12, а), когда с изменением конкретного структурного параметра (S) изменяется один диагностический (P_i);
- множественную связь (рис. 1.12, б), когда изменение одного структурного параметра ведет к изменению n диагностических;
- неопределенные связи (рис. 1.12, в), когда один диагностический параметр изменяется при изменении m структурных;
- комбинированные связи (рис. 1.12, г), когда возможны комбинации названных связей.

Из всего комплекса диагностических параметров выбирают лишь те, которые удовлетворяют требованиям однозначности, стабильности, чувствительности, информативности и технологичности [7, 12].

Контрольные вопросы

1. На каких стадиях жизненного цикла требуется диагностика?
2. Какое назначение диагностики при проектировании и эксплуатации автомобиля?
3. Какие задачи диагностики при эксплуатации автомобилей?
4. Охарактеризуйте три типа диагностических задач.
5. Какие вводят понятия в теории надежности и диагностики функционирования машин?
6. Приведите показатели точности и достоверности диагностирования согласно ГОСТ 25518-87.
7. Охарактеризуйте понятия «дефект» и «неисправность».
8. Чем отличаются понятия «контроль», «самоконтроль» и «самодиагностика»?
9. Приведите примеры объектов диагностирования: непрерывные, дискретные и гибридные.
10. Объясните понятие «диагностический тест».
11. Какие применяются режимы диагностирования?
12. Какие критерии оценки предельного состояния машин?
13. Какие бывают виды технического состояния машин?
14. Какие могут быть отказы?
15. Что характеризует «диагностический параметр» и чем он отличается от других видов параметров машин?
16. Какие диагностические параметры называются структурными?. Приведите примеры.
17. Какие факторы влияют на изменение структурного параметра?

18. Какие структурные параметры относятся к ресурсным?
19. Какие диагностические параметры называются функциональными?
20. Какие параметры рабочих процессов определяют функциональные свойства автомобиля?
21. Приведите характеристики параметров сопутствующих процессов.
22. Приведите примеры взаимосвязи диагностических и структурных параметров.
23. Приведите примеры единичной, множественной, неопределенной и комбинированной связи структурного параметра с диагностическим.
24. Какой характер изменения диагностических параметров состояния элементов автомобиля по времени наработки?
25. Какие эксплуатационные факторы влияют на характер изменения диагностического параметра?

2. ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

Усложнение конструкции современных автомобилей привело к разнообразию видов и усложнению их неисправностей и отказов. Соответственно возросли требования к квалификации диагноста и персонала технического обслуживания автомобилей, к объему и качеству знаний теоретических и практических основ диагностики, которые должны быть достаточными для распознавания вида и места неисправности, достоверности представляемых приборами рекомендаций или принятых решений о необходимости выполнения дополнительных диагностических измерений. Поэтому использование инструментальных средств только расширяет рациональные возможности принятия решений, однако человек остается основным звеном в системе диагностирования. Возможности и достоверность диагностирования автомобиля органами чувств человека описаны в работе [9].

Эффективность процессов диагностирования определяется не только качеством алгоритмов диагностирования, но и не в меньшей степени качеством средств диагностирования.

2.1. Общая характеристика средств диагностирования

Диагностическое оборудование предназначается для контроля технического состояния как автомобиля в целом, так и его узлов и систем. Техническое состояние в первую очередь оценивается уровнем безопасности движения, воздействием на окружающую среду, тягово-экономическими характеристиками и ресурсом.

Основными причинами недостаточной достоверности диагностической информации при использовании существующих средств диагностирования является слабая связь измеренных диагностических параметров с динамическими характеристиками механических систем машин и динамикой протекающих физико-химических процессов в парах трения. Большинство традиционных внешних механических средств диагностирования имеют малую контролепригодность, малый охват номенклатуры машин и невысокую надежность.

Диагностическое оборудование должно обеспечить определение параметров работоспособности в диапазоне, включающем в себя предельное значение параметра и в предписанном режиме работы объекта. Оборудование для диагностирования должно обеспечить выявление неисправностей, способных повлиять на работоспособность объекта автомобиля. Если неисправности выявляются по изменению количественных значений параметров, оборудование должно обеспечивать определение этих параметров в необходимом диапазоне значений. Если неисправности выявляются только в определенных силовых, скоростных, тепловых режимах, оборудование должно обеспечивать воспроизведения этих режимов при диагностировании.

Диагностирование автомобиля в целом проводят для определения уровня показателей его эксплуатационных свойств: мощности, топливной экономичности, безопасности движения и влияния на окружающую среду. Выявив снижение этих показателей по сравнению с установленными нормами, проводят

углубленное диагностирование, определяют конкретные неисправности, регулируют механизмы и выполняют заключительный контроль.

Структура системы технического диагностирования (ТД) автомобилей приведена на рис. 2.1.

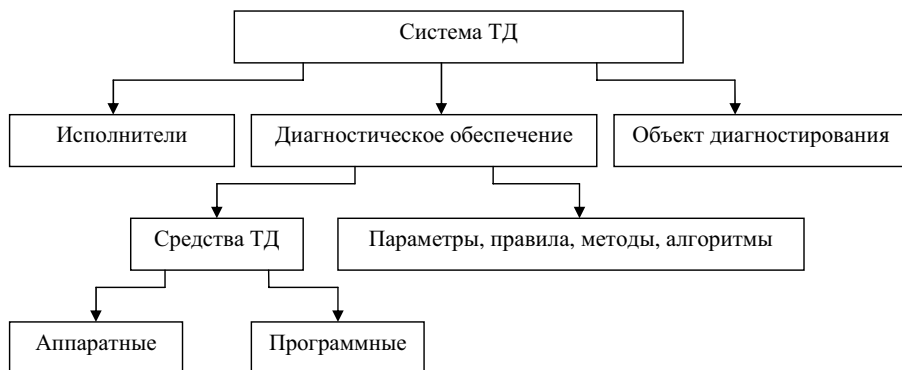


Рис. 2.1. Структура системы технического диагностирования

Большинство средств диагностирования автомобилей разрабатываются для оценки общего технического состояния по функциональным параметрам, а также углубленного диагностирования структурных параметров без разборки по косвенным параметрам. Методы диагностирования машин, их агрегатов и узлов характеризуются способом измерения и физической сущностью диагностических параметров.

По функциональному назначению средства технического диагностирования разделяют на такие группы: комплексные – для диагностирования машины в целом; двигателя и его систем; органов управления, тормозных систем; системы внешних световых приборов; трансмиссии; ходовой части и подвески; электрооборудования; гидравлических систем; приборов и электронных систем автомобиля (рис. 2.2).

Они могут быть аппаратными или программными, внешними или встроенными, ручными, автоматизированными или автоматическими, специализированными или универсальными (рис. 2.3), должны включать стендовое оборудование и эксплуатационно-техническую документацию.

Основным принципом классификации средств технического диагностирования (СТД) является их функциональное назначение, то есть отнесение к соответствующему виду работ.

Эффективность оценки работоспособности машины во многом зависит от средств контроля технического состояния. Встроенные средства обеспечивают непрерывный контроль систем и сборочных единиц. В настоящее время на машинах обычно имеется минимум 6-9 средств контроля, но вместе с тем существуют уже машины и с двадцатью и больше элементами сигнализации предельного состояния систем или сборочных единиц.



Рис. 2.2. Классификация диагностического оборудования

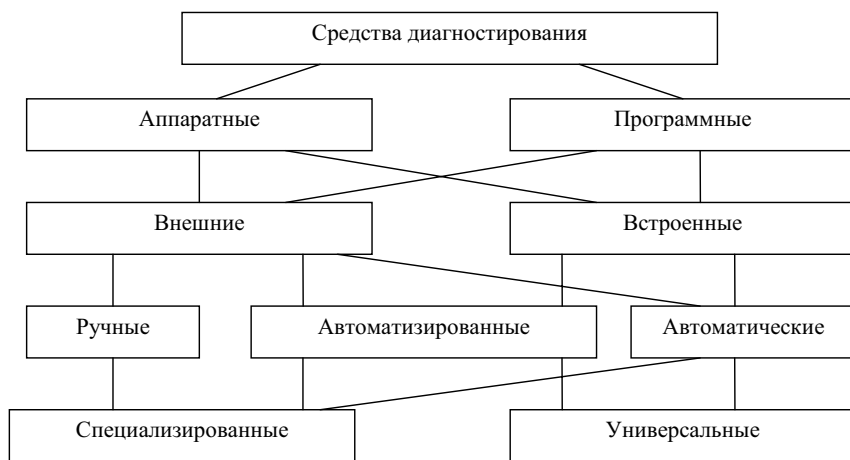


Рис. 2.3. Классификация средств диагностирования

2.2. Классификация средств измерений по виду диагностических параметров

В настоящее время принято выделять три основные группы средств технического измерения, классифицированных в зависимости от технологического расположения (рис. 2.4).



Рис. 2.4. Классификация средств диагностирования по технологическому расположению

Внешние СТД, то есть не входящие в конструкцию автомобиля, в зависимости от их устройства и технологического назначения могут быть стационарными с нагрузочными устройствами или переносными. Стационарные стенды устанавливают на фундаменты, как правило, в специальных помещениях, оборудованных отсосом отработавших газов, вентиляцией, шумоизоляцией (тормозной стенд, стенд для проверки углов установки колес и др.). Стационарные средства имитируют реальные режимы функционирования.

Внешние средства базируются в основном на имитации скоростных и нагрузочных режимов работы автомобиля и определении при заданных условиях выходных параметров. Для этих целей используются стенды с беговыми барабанами или параметры определяются непосредственно в процессе работы автомобиля на линии.

Мобильные средства передвижного или переносного типа не имеют нагрузочно-тормозных устройств. Переносные приборы используют как в комплексе со стационарными стендами, так и отдельно для локализации и уточнения неисправностей на специализированных участках и постах ТО и ремонта (газоанализаторы, тестеры, сканеры, осциллографы и т. п.).

Диагностирование только внешними средствами не обеспечивает предотвращения эксплуатации автомобилей с неисправностями, аварийных дорожных отказов, оптимизации выбора режима движения и проведения ТО и ремонта.

Встроенные средства диагностирования стали неотъемлемой частью электронного оснащения автомобилей. Встроенное оборудование находится непосредственно на автомобиле (встраивается в автомобиль) и может осуществлять как непрерывный, так и периодический контроль в автоматическом или управляемом режиме. Оно может включать в себя методы, с помощью которых можно оценить по герметичности рабочих объемов степень износа цилиндропоршневой группы двигателя, а также работоспособность пневматического привода тормозов, плотность прилегания клапанов и т. п. путем создания в контролируемом объеме избыточного давления (опрессовки) или, наоборот, разрежения; оценить интенсивность падения давления (разрежения). Встроенные средства диагностирования в своем составе содержат устройства для централизованного съема информации, оценки параметров состояния (рис. 2.4).

Микропроцессорным встроенным средствам отводится задача контроля технического состояния агрегатов, узлов и автомобиля в целом. В результате формируются рекомендации по продолжению работы автомобиля на линии или постановке его на техническое обслуживание (ТО) и текущий ремонт (ТР) или же по выполнению мелкого ремонта самим водителем в пределах ежедневного обслуживания (ЕО).

Встроенные средства подразделяются на следующие:

- системы датчиков и контрольных точек, обеспечивающие вывод сигналов на внешние средства диагностирования;
- бортовые системы контроля для допускового контроля параметров функционирования и технического состояния с выводом результатов только на дисплей в кабине водителя;
- встроенные системы диагностирования – автономные или функционирующие комплексно со стационарными информационно-управляющими центрами.

Эти системы предназначены для косвенного обобщенного контролирования работоспособности узлов и агрегатов с выдачей результатов на дисплей водителю и в бортовой накопитель для последующего прогнозирования и учета ресурса и наработок узлов, корректирования режимов ТО стационарными ЭВМ.

Смешанным оборудованием является такое оборудование, часть которого располагается на автомобиле (накопители информации), а часть вне его – для съема и анализа информации. В состав СТД входят в различных комбинациях следующие основные элементы:

- устройства, задающие тестовый режим;
- датчики, воспринимающие диагностические параметры и преобразующие их в сигнал, удобный для обработки или непосредственного использования;
- измерительные устройства и устройства отображения результатов.

Кроме того, СТД может включать в себя устройства автоматизации задания и поддержания тестового режима, измерения параметров и автоматизированное логическое устройство, осуществляющее постановку диагноза.

Особым требованиям должно отвечать оборудование для прогнозирования, то есть измерения выходных параметров, которые используют для прогнозирования (прогнозирующие параметры). Дальностью и надежностью прогноза определяется срок проведения следующего общего диагностирования. Поэтому нужно измерять прогнозирующие параметры во всем диапазоне их изменения с наименьшей погрешностью.

При диагностировании используют не только измерительные технические средства, но и возможности органов чувств человека, опыт, навыки; в простейших случаях используют органолептическое диагностирование, а в сложных – инструментальное [4, 5, 9].

2.3. Классификация средств диагностирования по виду представляемой информации

Виды средств диагностирования, измерений и представления информации о результатах контроля диагностических параметров систем автомобиля показаны на рис. 2.5.

Средства диагностирования могут подсоединяться или работать совместно с контролируемым изделием только в момент контроля и не являются элементом изделия. Являются внешними:

- тормозной стенд, стенд для проверки углов установления колес;
- устройства контроля состава отработавших газов, тестеры, мультиметры, осциллографы, сканеры и др.

Другие средства диагностирования являются конструктивным элементом автомобиля и осуществляют контроль непрерывно или периодически по определенной программе.

Средства диагностирования могут:

- информировать о режимах работы и состоянии объекта: температура агрегатов, скорость, частота оборотов коленчатого вала, давление масла и др.;
- предупреждать о возможном наступлении предотказного состояния или возникновении отказов: давление масла, заряд аккумуляторной батареи и т. п.;
- отслеживать и запоминать информацию о состояниях для считывания в стационарных условиях;
- осуществлять поиск неисправностей, самодиагностику;
- предоставлять звуковую, визуальную, речевую информацию о предотказном состоянии.

В последние годы наблюдается тенденция усложнения и совершенствования диагностического оборудования за счет широкого применения микропроцессорной техники, автоматизации рабочих процессов, упрощения подключения и приведения в действие оборудования. Например, все ведущие фирмы перешли к выпуску автоматизированных мотор-тестеров второго поколения, где вместо экрана осциллографа устанавливается дисплей, на котором высвечивается определенный перечень команд оператору по подключению

датчиков к той или иной точке объекта диагностирования, команды о запуске двигателя, об изменении частоты вращения коленного вала и т. д. При этом все процессы измерения значений параметров и постановка диагноза проводятся автоматически посредством микропроцессора, на экран дисплея в результате выводятся обработанные результаты диагностирования в виде указаний по проведению необходимых ремонтно-регулирующих операций и замен. Роль оператора при этом значительно упрощена при принятии решений в части технического обслуживания или текущего ремонта. Применение объективных методов инструментального контроля обеспечивает при определенном повышении расходов на оборудование существенную экономию на подготовку кадров.



Рис. 2.5. Классификация средств диагностирования, предоставляющих информацию о состоянии объектов диагностирования

В ряде диагностических приборов на дисплее могут выдаваться рекомендации в виде конкретного перечня работ, которые необходимо выполнить для данного автомобиля.

В блоке памяти могут содержаться сведения о предыдущем контроле данного автомобиля, что позволяет проследить динамику изменения диагностических параметров и дать прогноз наработок до предельно допустимых значений параметров технического состояния.

Простые встроенные СТД реализуются в виде традиционных приборов на панели перед водителем, номенклатура которых на современных автомобилях постоянно расширяется за счет ввода новых СТД, в особенности электронных таких, которые обеспечивают контроль состояния все более сложных элементов конструкции автомобилей. Более сложные встроенные СТД позволяют водителю постоянно контролировать состояние элементов привода и рабочих механизмов тормозной системы, расход топлива, токсичность отработавших газов в процессе выполнения транспортной работы и выбирать наиболее экономичные и безопасные режимы движения автомобиля или своевременно прекращать движение при возникновении аварийной ситуации.

Наличие таких средств позволяет своевременно выявлять наступление предотказных состояний и назначать проведение предупредительных действий по фактическому состоянию, обеспечивая тем самым полное использование ресурса деталей и агрегатов. Широкое использование встроенных СТД с достаточно развитыми информационными возможностями на автомобилях массового выпуска целесообразно, но ограничивается их надежностью и экономическими критериями. В связи с этим в последние годы вместо встроенных СТД получили распространение устанавливаемые на автомобиль СТД (рис. 2.4).

Устанавливаемые на автомобиль СТД отличаются от встроенных конструктивным выполнением средств обработки, хранения и выдачи информации. Эти элементы выполняются не встроенными в автомобиль, а в виде блока, который устанавливается на автомобиль периодически перед выходом его на линию и снимается в конце смены по возвращении автомобиля в парк. Поскольку плановые и заявочные диагностирования автомобиля проводятся относительно редко, это позволяет иметь значительно меньшее количество устанавливаемых СТД по сравнению со встроенными СТД и обойти ограничения экономического порядка.

Устанавливаемые СТД изготавливаются на базе электронных элементов. Это позволяет эффективно использовать компьютер для обработки получаемой диагностической информации о техническом состоянии автомобилей и последующего использования для решения задачи управления производством ТО и ремонту автомобилей. Кроме того, в последнее время на базе устанавливаемых и встроенных СТД находят все более широкое применение системы информационно-советующие (рис. 2.4, 2.5).

2.4. Системы диагностирования

Системы диагностирования предназначены для проверки исправности, работоспособности, функционирования и поиска неисправностей. Различают следующие виды систем диагностирования:

- по характеру взаимодействия между объектом и средством диагностирования: функциональное и тестовое диагностирование (в случае необходимости могут быть одновременно использованы системы функционального и тестового диагностирования);
- по используемым средствам диагностирования: с универсальными и специализированными, вмонтированными и внешними средствами диагностирования;
- по степени автоматизации диагностирования: автоматические, автоматизированные, ручные;
- по степени охвата изделия: локальные и общие.

Определение технического состояния агрегата, узла, автомобиля в целом или объекта диагностирования выполняют с помощью контрольно-диагностических средств.

На рис. 2.6 приведена схема системы технического диагностирования. Из схемы видно, что элементами системы могут быть объекты, средства и алгоритмы диагностирования. В отдельных случаях она включает и операторов-исполнителей. При диагностировании ставится цель сбора необходимой информации для управления надежностью объектов.



Рис. 2.6. Схема системы технического диагностирования

Различают системы универсальные, предназначенные для нескольких различных диагностических процессов, и специальные, обеспечивающие только один диагностический процесс (рис. 2.7).

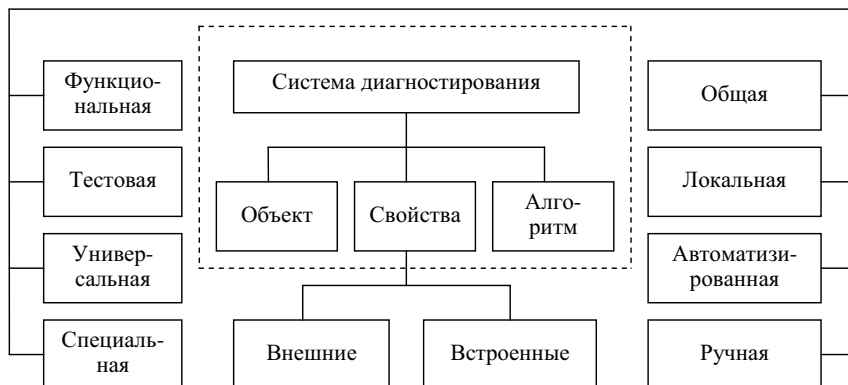


Рис. 2.7. Структура разновидностей систем диагностирования

Диагностические системы могут быть общие, когда объектом является изделие в целом, а целью – определение его состояния на уровне «годного-негодно» и локальные – для диагностирования составных частей объекта (агрегатов, систем, механизмов). Кроме того, диагностические средства могут быть ручными или автоматизированными (автоматическими).

Взаимодействие объекта диагностирования и контрольно-диагностических средств составляет систему диагностирования (рис. 2.7), которая заключается в подаче на объект многократных воздействий (входных сигналов) и многократных измерений и анализа ответов (выходных сигналов) объекта на эти влияния. Влияния на объект могут поступать от контрольно-диагностических средств или через наружные сигналы, которые определяются рабочим алгоритмом функционирования объекта.

Диагностирование обеспечивает систему ТО и ремонта автомобилей индивидуальной информацией об их техническом состоянии и, следовательно, является элементом этой системы. Диагностирование объекта – автомобиля, агрегата, механизма – осуществляют согласно алгоритму (совокупности последовательных действий), установленному технической документацией. Комплекс, включающий объект, средства и алгоритмы, образует систему диагностирования.

Объект системы диагностирования характеризуется необходимостью и возможностью диагностирования. В свою очередь, необходимость диагностирования автомобиля определяется закономерностями изменения его технического состояния и затратами на поддержание работоспособности.

Возможности диагностирования обусловлены наличием внешних признаков, позволяющих определить неисправность автомобиля без его разборки, а также доступностью измерения этих признаков.

2.5. Диагностическое оборудование и приборы

2.5.1. Выбор средств диагностирования

В настоящее время парк выпускаемых автомобилей и тракторов претерпел существенные изменения: карбюраторные двигатели не выпускаются с 2010 года, а электромеханические системы управления автомобилем заменены на электронные. В составе существующих СТО и АТП имеются разнотипные транспортные машины. Их контролепригодность существенно отличается, поэтому для диагностирования механических, электрических и электронных систем в настоящее время на постах ТО и ремонта применяются как универсальные средства «малой» диагностики, так и современные стационарные электронные системы. Их использование при диагностировании позволяет обнаружить неисправности автомобилей с количественной оценкой их параметров.

Перечень диагностического оборудования и приборов, часть которых представлена в табл. 2.1, позволяет диагностировать техническое состояние автомобиля в целом, узлов и систем: двигателя, трансмиссии, ходовой части, подвески, рулевого управления, гидравлических систем, электрооборудования, электронных систем и освещения, а также состояние кузова автомобиля.

Типовые неисправности и их диагностические параметры, методы и средства диагностирования описаны в работах [1-6, 33, 34, 35].

Многие диагностические средства раннего выпуска, включенные в табл. 2.1, входят и в настоящее время в комплект линейной диагностической службы многих АТП и СТО. С помощью этих передвижных диагностических установок можно диагностировать тракторы, автомобили, строительные и дорожные машины по свыше 100 наиболее часто измеряемым параметрам.

При организации технической эксплуатации используется также переносной диагностический комплект КИ-13901Ф, который входит в состав средств мастера-наладчика. Переносной комплект целесообразно использовать на участках диагностирования и пунктах технического обслуживания машин. С его помощью можно измерить 36 параметров. Наиболее полную и объективную информацию о работоспособности машины получают при одновременном измерении совокупности параметров, учете показаний приборов в кабине, а также сведений о работе машины под нагрузкой.

Таблица 2.1

Средства контроля и диагностирования автомобилей*

№	Объекты контроля и диагностирования	Средства [4, 5, 34]	
		раннего выпуска	последних выпусков
1. Контроль и диагностирование тяговых и тормозных свойств, трансмиссии и электро-оборудования			
1.1	Стенды с беговыми барабанами		
	Комплексный упрощенный для контро-ля тяговых и тормозных свойств авто-тракторной техники	КИ-8901, СК1-K481, СК2-K267, СТС-3-СП-24	ЛТК-3Л-СП-11, СТК-3-СП-11, ЛТК-3Л-СП16, ЛТК-10У-СП-11.

№	Объекты контроля и диагностирования	Средства [4, 5, 34]	
		раннего выпуска	последних выпусков
1.1	Стенды с беговыми барабанами (продолжение)		
	Неавтоматизированный для контроля тормозов грузовых автомобилей и автобусов	КИ-8964, КИ-8904, TC2, TC3, СПТЗ-K480	ЛТК-10У-СП-16, ЛТК-13Г-СП-11, ЛТК-3Л-СП17.
	Динамометрический неавтоматизированный грузовых автомобилей и автобусов	K467М, K493, K490, КИ8960, КИ8935, СТК2М, СТКЗ, 4819-K490	Линия инструментального контроля SDL-260, NTS-520 и VIS-3000 (Германия, Bosch), линия «EURO-SYSTEM» (Германия, «Maha»), линия RAV (Италия).
	Автоматизированный (или обычный) для контроля тормозов грузовых автомобилей и автобусов	K-492, КИ-8964, TC2, СПТЗ-K480, TC3М	Тормозной стенд BSA-332, B.60.FD.
	Автоматизированный для контроля тяговых свойств грузовых автомобилей и автобусов	Стенды фирмы «Maha» IW-2, IW-2 (EURO/SCREEN), IW-7	Тестер тормозного усилия BT300/310/311
	Комплекс автоматизированных при- ставок к стендам СКЗ, К-467М или 4819-K490 (при отсутствии автома- тизированного стенда)	«Диагноз-3», «Диаг- ност», ДММ	
	Определение тяговых и тормозных усилий, расхода топлива, состояния трансмиссий и электрооборудования машин в стационарных условиях	КИ-8930, КИ-8960, САК-И-670, IW-7, DY- NATEST 312, 8630 «Bem Muller»	
1.2	Диагностические комплексы		
	Испытаний тормозных систем, под- вески, ходовой части	K-516	Линия ДСА испыта- ний тормозной сис- темы, ходовой части, подвески; комплек- сы фирм SEPPELER, Германия и GUILI- ANO, Италия
1.3	Электрооборудование автомобиля		
	Определение степени разряженности аккумуляторных батарей	Вилка нагрузочная ЛЭ-2, ИЭ-1; плотномер КИ-13951, Э-107, Э-108	Bosch BAT-131, BSL-2470
	Определение степени заряженности аккумуляторных батарей, измерение напряжения	Плотномер КИ-13951, комплект Э-112	Bosch BAT-131, BSL-2470
	Контроль стартера и генератора с ре- гулятором напряжения	КИ-1093, КИ-11140, Э-214, К-484, МК-8-007	FSA 720 BANCHETO Profi inverter
	Стенды: - контроль электрооборудования без снятия и со снятием с автомобиля	Э-205, КИ-968, Э-236, 532-2М, Э-214, мод. 537, Э-240, СПЗ 38-М	FSA 720 Junior
	Проверка состояния контрольно- измерительных приборов	Э-204, КИ-28163, пробник Э-107, Э-108	FSA 720

№	Объекты контроля и диагностирования	Средства [4, 5, 34]	
		раннего выпуска	последних выпусков
2. Электронные системы агрегатов автомобиля			
	Диагностирование электронных систем от АБС до электронных систем впрыска. Результаты диагностирования представляются в виде цифр или графиков		Мотор-тестер AVL Discopre 865, Италия
	Полная диагностика неисправностей электронных систем управления автомобилями ВАЗ, ГАЗ, УАЗ, ИЖ	Комплекс BDI Pro	FSA 720, SUN Modis
	Диагностика электронных систем автомобилей 24 наименований		Сканер D91 Autoland, Тайвань
	Поиск неисправностей различных электронных систем управления автомобилями и состояния механики бензиновых двигателей	Мотор-тестер Постолюковского, Украина	FSA 740, US-998A
	Полная диагностика электронных систем на автомобилях BMW, Mini и программного обеспечения		Сканер GT-1 (Modic-4), Германия
	Диагностика легковых и грузовых автомобилей		Сканер Reflex Plus, Италия
	Диагностика электронных систем управления автомобилями европейского, азиатского и американского рынков		Сканер ST, Италия Сканер AD на базе ПК, Италия Сканер Vetus, Тайвань
	Контроль бортовых систем двигателя	Типа KTS 505, 520, Германия	Bosch, KTS 550, 650, Германия
	Контроль механических и электрических параметров, состава отработавших газов, CAN-шины, значений сигналов датчиков		Система FSA 740, Германия
	Контроль электрических сигналов, электрических и электронных систем	Осциллографы Э- 206, Lluke-98	USB Scope и USB Autoscope, серия KTS
		Мотор-тестеры JT-251A, JT-302, Elkon S-300, КАД-300	SCA-2000, Bosch FSA 450, V.A.G 1551 и 1552, ДСТ-10М, ДСТ-2М, Bosch MOT 151, 240, 250, 251, Fkl-Crypton, Discopre 865, серия KTS.
		Вычислительные комплексы	VAS 5051 и 5052
		Мультиметры MMD 301, 302	UTF 606, UNIT-T70A

№	Объекты контроля и диагностирования	Средства [4, 5, 34]	
		раннего выпуска	последних выпусков
3. Двигатель			
3.1	Контроль механических и газогидроаэродинамических систем		
3.1.1	Измерители мощности	Стенды тяговых качеств ИМД-Ц, Э-216, ИМД-2М	Bosch FLA 203, «Maha» LPS 3000
3.1.2	Расходомеры топлива	КИ-12371, КИ-8943, КИ-13967, КИ-4818, К-427, КИ-13967М	DFM, VZ04, OGM-A, LS4LSD
3.1.3	Контроль технического состояния механических и газогидроаэродинамических систем	Стетоскопы УС-01, КЭО ГАЗ, КИ-1154, Э-243	Steelman, ДЖЕТ-Дизель
		Шумомеры ВШВ-003-М2	Testo 816-1
		Виброанализаторы	R&SFSVR13, США, Textronik-2630, BALTECH VP-3410 ОНИКС, 3561А, Кварц (Россия)
3.1.4	Контроль натяжения приводных ремней	КИ-8920, КИ-13918	OPTIBELT TT
3.1.5	Определение разности мощностей по цилиндрам	Э-216	ИМД-Ц
3.1.6	Определение состояния деталей ЦПГ и клапанов двигателя	Пневмотестер К69М, К273	SMC-111, СТ 1017
3.1.7	Контроль износа ЦПГ по давлению газов в цилиндрах	Компрессометры и компрессографы КИ-8611, К-82, К183, КП9, КВ-1124, К-181, ПКК-04К	КВ-1126, Чехия, 855, Австрия. Эндоскопы серии FASTA, MIGS, VIGS, TIGS, IGS
3.1.8	Измерение расхода картерных газов	КИ-4887-1, КИ-13671	
3.1.9	Контроль состояния КШМ (зазоры)	КИ-13933, КИ-11140	
3.1.10	Контроль теплового зазора в клапанах двигателя	КИ-9918	
3.1.11	Контроль давления масла в смазочной системе подшипников КШМ	Манометры, КИ-13936	
3.1.12	Контроль качества масел (анализ)	Хромографы, капельные пробы, комплект КДМТ-2	Контроль вязкости VM-5, ДКАМ, комплектация FS-KI-007-KW, SKG TMEHI
3.1.13	Контроль засорения воздухоочистителя и герметичности воздушного тракта	Сигнализатор ОР-9928, КИ-4870	Leak Detector
3.1.14	Контроль давления в насосах охлаждения и герметичности клапанов	ДСО-2, КИ-13936, К-437, КДМТ-2, ДКАМ	Profiline

№	Объекты контроля и диагностирования	Средства [4, 5, 34]	
		раннего выпуска	последних выпусков
3.1.15	Контроль топливных насосов (давление и производительность)	НИИАТ-527Б, НИИАТ-362, К-436	Манометры, измерительные емкости
3.1.16	Контроль гидравлических систем	TU-443	
3.2	Контроль топливной аппаратуры		
3.2.1	Качество сгорания топлива и работа системы нейтрализации и состава отработавших газов	Измерители дымности ИДЦ-1, КИ-28040, КИ-28070М, МЕТА-01 (МП)	АВГ-1Д-4.01, SHADIX2000, JT480A, , «Атлас», MD-02, MGA 1200, Bosch RTM 430
		Газоанализаторы ГАИ-2, ГЛ-1122, 121ФА01, АГ-2110, АВГ-4-2.01, К-456	ДСА-5000, Stargas 8980NS, SMP-400 – встроенный в мотор-тестеры EPA-75 “Sum”, MGA-1200, Ga 400, Bosch ESA 3.250, Bosch BEA 050
3.2.2	Контроль топливных насосов	Стенды СТДА-1, СТДА-2, КИ-15711, КИ-13943, 527 Б, КИ-22205, КИ-921 МТ	Bosch FPS 815, ДД10-04К, ДД10-05Э
3.2.3	Контроль давления в системе топливоподачи	КИ-4801	PR Tester
3.2.4	Контроль состояния форсунок (распыл, засорение, негерметичность, закоксованность)	КИ-1609, КИ-562, КИ-1404, КИ-3333, В-13М, КИ-16301А, КИ-436, КИ-4801, КИ-22205	Bosch EPS 708, C-MX-3000, Bosch FPS 815, CR-JET 4-ME, Maktet TK 1026, Stardex 0602, MTS-300
3.2.5	Промывка топливных систем, каналов подачи топлива, очистки форсунок		SMC-2001, комплекс «Плазма», SNC-601А, Триумф-4М
3.2.6	Очистка системы впрыска топлива	ОТС-7448	System-11, ECS-300e, IDT-4000
3.2.7	Определение угла опережения впрыска топлива	Моментоскоп КИ-4941	FSA 720, стробоскоп
4. Трансмиссия			
4.1	Контроль ресурса подшипников	НПИ-12	
4.2	Выявление неисправностей визуальным контролем		Эндоскопы ZOND
4.3	Измерение угловых зазоров в сопряжениях зубчатых колес	КИ-4813, КИ-4832, К-428, КИ-13909	
4.4	Контроль силовой передачи. проверка осевого и радиального зазоров в сопряжениях силовой передачи	КИ-4850, ELKON DS-320	

Продолжение табл. 2.1

№	Объекты контроля и диагностирования	Средства [4, 5, 34]	
		раннего выпуска	последних выпусков
4.5	Контроль биения валов	КИ-8902А	
4.6	Контроль сцепления (пробуксовка)	Стробоскоп К-296	
4.7	Измерение величины бокового зазора в зацеплении главной передачи	КИ-6265	
4.8	Измерение осевых и радиальных зазоров в подшипниковых узлах	КИ-6279, КИ-6269	
4.9	Определение неисправностей и считывание кодов автоматических коробок передач		Сканеры, мотор-тестеры, мультиметры
4.10	Контроль гидравлических систем	Дроссели-расходомеры КИ-5473, КИ-1097-1. Гидротестер ГТ-150	Измерение ультразвуковых колебаний ИКУ-1
5. Рулевое управление			
5.1	Люфтомер-динамометр	К-402, К-187, ИСЛ-401 с дисплеем	ЛД-101
5.2	Измерение давления насоса и подачи масла	К-405, К-465М	Манометры
5.3	Измерение осевых и радиальных зазоров в шкворневом соединении	КИ-4892	
5.4	Индикаторные головки для измерения зазоров и биений		
6. Ходовая часть			
6.1	Контроль углов установки передних колес	Телескопическая линейка модели 2182, КИ-650, М-2182, М-2142, оптический стенд 1119М с прибором ПК-1, стенд РК-1, К-111; Motex-7546 – Чехия	SD 60.2
6.2	Тестер увода от прямолинейного движения		SST 200, SSP-400
6.3	Измерение геометрии всей ходовой части легковых автомобилей	Компьютеризованный стенд FW 411	Silver Data
6.4	Контроль боковых сил	КИ-4872 с беговыми барабанами. Плошадочные К-619, К-112, Testos-1 – Чехия, 665 PL-J – Франция, 8665 (Франция)	

Продолжение табл. 2.1

№	Объекты контроля и диагностирования	Средства [4, 5, 34]	
		раннего выпуска	последних выпусков
6.5	Контроль всех параметров относительно геометрической оси движения легкового автомобиля	DYNALINER 288, стенды фирмы Beissbarth, HUNTER (Германия), FWA 4630	
6.6	Балансировка колес, снятых с автомобиля	К-625, К-121, EWHА-18, EWHА-35 (Польша), Гео-дина-97 (Германия), CWB 1752 (США), Р-200 и S218 (Италия), Микротек 520 (Германия), МТ (EASY-ALU)	Goodyna-4900 (Германия), Спутник
6.7	Шиномонтажное оборудование	См. [35]	Brisht, Hunter
7. Подвеска			
7.1	Стенды и тестеры виброизоляторов (амортизаторов)	КОНИ-4440, К-491, К-113, Elkon L-100 (фирма «Boge», Германия)	Тестер FWT 2010Е (Франция), тестер VAS 5051, VAS 5052, тестер SAT USB, ST 60.2
7.2	Люфт-детекторы для определения зазоров подвески	АЛД-2000	АТЗ-14
7.3	Диагностирование снятых виброизоляторов	КОНИ-4422 и GMF, Италия, СИ-46 «Миллетто»	
8. Освещение и сигнализация			
8.1	Контроль направления и силы светового потока, регулировка установки фар	К-303, К-310, ПУР-1, ПРАФ-3, ПРАФ-9, СЕГ-15, Motex-7351, Motex-7335 (Чехия), KS-20 (Польша), ОПК, ПФ-72, LITE 1.1, 1.2	Проверка света фар EFLE-60, 61 (Bosch)
9. Кузов			
9.1	Контроль и проверка кузова с механическим и гидравлическим приводом	Р-620, БС-12.000, БС-71.000	Ditaliner
9.2	Вакуумная рихтовка панелей кузова	Пневмоприсоски	Pops A Plut

№	Объекты контроля и диагностирования	Средства [4, 5, 34]	
		раннего выпуска	последних выпусков
9.3	Рихтовка порогов, арок, задних крыльев и других корпусных элементов	Споттеры GYS DOT 2400, аппараты точечной сварки WSG, Digital Plus 5000 (380 В)	GYSPOT 3502
9.4	Рихтовка панелей магнито-импульсной технологии	МИУС-2	
9.5	Проверка и рихтовка кузова	Платформенные стапели серии «СИБЕР», Эксперт-2001, комплекс СПК-01С, СПК-02С	CP-930
9.6	Ультразвуковые измерительные системы диагностики кузова	BLACKHAWK SHARK SH9 14136A (Франция), измерительный комплекс NASA Evolution, измерительные системы AVS 310 и UB 200 (Швеция)	ET 11P, ET 111, CHY 113
10. Гидросистема			
10.1	Приборы для определения работоспособности гидросистемы, давления и расхода жидкостей	КИ-1097Б, КИ-28084М, ТДР13-142, КИ-28097М, КИ-1097-1	Манометры
10.2	Гидротестеры объемных потерь в гидроприводах	ГТ-2, КИ-5473, ГТ-150, ГТП-3-6	GT-600M
10.3	Приспособления для проверки масляного насоса и клапанов системы смазки	КИ-4858, КИ-28156	
10.4	Контроль утечек	ИКУ-1	HL-500

* Таблица составлена совместно с Н. П. Булгаковым

Комплексная оценка работоспособности машин на диагностических площадках осуществляется с помощью, прежде всего, стационарных стендов с беговыми барабанами, линий диагностики СП 1.1, 1.2, а также передвижных диагностических лабораторий типа ПЛ-2 с тормозной установкой мощностью 125 кВт. Эта лаборатория позволяет оценивать техническое состояние всех систем двигателя внутреннего сгорания, трансмиссии, движителя, системы управления и гидропривода. В ПЛ-2 применен комплекс полуавтоматической измерительной аппаратуры, позволяющей измерение и индикацию значений контролируемых параметров в цифровой форме и требуемой размерности.

Диагностирование автомобиля возможно при ходовых испытаниях или использовании стационарных стендовых средств. В эксплуатационных условиях ходовые испытания применяют ограниченно, главным образом для инспекторской проверки тормозов и линейного расхода топлива.

Более эффективным является стационарное диагностирование автомобиля при помощи специальных стендов, позволяющих задавать скоростные и нагрузочные тестовые режимы работы автомобиля.

Уровень оснащенности АТП и СТО современными средствами диагностики, компьютерными мотор-тестерами и системами диагностирования (фирм Bosch, SUN, Nextech, Texa, Autologic и др.), автомобильными сканерами, осциллографами, мультиметрами, стендами для контроля двигателей, ходовой части, трансмиссии, подвески и других узлов и агрегатов, как правило, не отвечает их потребностям. Диагностические параметры, методы и современные средства диагностирования отдельных технических систем приведены и описаны в работах [2-5, 57].

2.5.2. Средства общего контроля и диагностики

Компрессометры и компрессографы позволяют регистрировать давление в диапазоне от 0 до 60 бар (0-6 МПа), причем как газов, так и жидкостей в системах подачи топлива, смазки, наддува воздуха двигателей. Для проверки компрессии можно воспользоваться современным универсальным тестером давления фирмы Leitenberger с цифровым дисплеем, памятью и разъемом для подключения к компьютеру.

Анализаторы противодавления для системы выхлопа газов позволяют выявить снижение пропускной способности катализатора в результате засорения или перегрева, что приводит к его спеканию.

Тестер лямбда-зонда позволяет визуально наблюдать изменение сигнала коррекции состава топливной смеси. Оценивая величину и быстродействие сигнала, можно определять техническое состояние кислородного датчика.

Измерители температуры жидкостей и твердых поверхностей контактным и бесконтактным способом, в том числе специальным цифровым термометром, датчик которого размещен на гибком шупе диаметром 5 мм, позволяющим проникнуть внутрь двигателя или агрегата трансмиссии; температуры систем охлаждения, кондиционирования, тормозов и др.

Тестеры для измерения давления в диапазоне 1600-2000 бар (160-200 МПа) топливной аппаратуры бензиновых двигателей и современных дизелей позволяют выявлять отклонения в работе электромагнитных форсунок методом сравнения расхода топлива через магистрали обратного слива.

Ручные насосы с манометром, с помощью которых в системе охлаждения и других элементах двигателя создается избыточное давление и разрежение. О степени герметичности судят по темпу падения давления. Создание избыточного давления и разрежения позволяет проверять исправность любых датчиков и исполнительных механизмов (элементов) двигателей, управляемых давлением: MAP-сенсоров, вакуумных усилителей, клапанов рециркуляции, регуляторов давления топлива, наддува воздуха и др.

Манометры различных типов – от простых аналоговых до манометров с цифровой индикацией и датчиком измерения температуры термостата. С их помощью можно выполнять углубленное исследование системы охлаждения:

рабочего давления и герметичности, работоспособности термостата, обнаружить трещины в блоке цилиндров или в прокладке.

Рефрактометры для испытаний любых типов охлаждающих жидкостей, определения плотности электролита и стеклоомывающей жидкости, а сопутствующее измерение температуры позволяет определять опасность их использования.

Стробоскопы для определения частоты вращения деталей, угла опережения зажигания и угла замкнутого состояния. Используя дизельный адаптер с детектором впрыска вместе со стробоскопом, можно измерить опережения впрыска топлива в дизельных двигателях.

Цифровые тестеры для проверки усилия натяжения зубчатых ремней, что позволяет сохранять заданный ресурс ремней и подшипников.

Газоанализаторы позволяют оценить полноту сгорания топлива, как показателя эффективности работы самого двигателя, так и систем его управления. Только результаты анализа отработавших газов, полученных газоанализатором, дают возможность оценить наличие в них токсичных компонентов: оксида углерода, углеводородов, оксидов азота и серы, альдегидов, сажи, бензапирена и соединений свинца. По анализу состава отработавших газов также можно в полной мере определить исправность двигателя в целом и состояние его основных систем (зажигания, топливной и механической системы), отклонение состава топливовоздушной смеси от стехиометрической. С учетом того, что процентный состав отработавших газов – это интегральный показатель состояния двигателя, газоанализатор рекомендуется применять как для входного контроля, так и для проверки качества выполненных регулировочных или ремонтных работ. Универсальность газоанализатора позволяет получать одинаково хорошие результаты при тестировании как карбюраторных двигателей, так и двигателей с микропроцессорным впрыском независимо от производителя. Помимо этого четырех-, пятикомпонентные газоанализаторы применяют для исследования двигателей, оборудованных катализаторами отработавших газов.

Неизменность физических основ рабочего процесса в бензиновых двигателях внутреннего сгорания, эффективность которых зависит от состава топливной смеси и качества ее сгорания, превращает газоанализатор в диагностический инструмент, актуальность которого не утрачивается ни с течением времени, ни с совершенствованием конструкции двигателя.

К недостаткам газоанализатора можно отнести отсутствие возможности прямо указать на вышедший из строя элемент. Поэтому для расширения возможностей газоанализатора необходимо его применение совместно с мотор-тестером.

Газоанализатор не вполне подходит для оперативного отслеживания быстро меняющихся процессов двигателя из-за большой инерционности (время реакции современных газоанализаторов лежит в пределах 10 с).

Одним из актуальных направлений в совершенствовании диагностирования двигателя, которое необходимо доработать, является методика, используемая при контроле токсичности, предусматривающая замер состава выхлопа на холостых и повышенных оборотах в безнагрузочном режиме. Однако, по

этой методике далеко не всегда удается получить объективные результаты ввиду того, что процессы смесеобразования и сгорания в двигателе в безнагрузочном режиме и при работе под нагрузкой могут сильно отличаться. Подтверждением служит тот факт, что корректный замер концентрации оксида азота, образующегося в камере сгорания в условиях высоких температур, возможен только при работе двигателя под нагрузкой.

Технические эндоскопы – это современные высокотехнологические приборы, позволяющие заглянуть внутрь двигателя без его разборки, произвести визуальную диагностику деталей, а также осмотреть недоступные места через отверстия диаметром от 4 до 10 мм.

Для оценки технического состояния внутренних рабочих поверхностей деталей, расположенных в корпусах сборочных единиц, применяются методы эндоскопии с использованием гастроскопов, эндоскопов и фиброскопов волоконного и линзового типа.

Применение эндоскопов при диагностике позволяет произвести обследование состояния двигателя внутреннего сгорания и контроль состояния зубчатых передач, осмотреть изнутри любой трубопровод и полость, своевременно обнаружить там отложения и трещины, осуществить диагностику состояния системы выпуска отработавших газов без демонтажа ее элементов. С помощью эндоскопа можно заглянуть в скрытые полости и обнаружить невидимые снаружи трещины и следы коррозии. Через свечное отверстие хорошо просматриваются стенки цилиндра, днище поршня, клапаны. Поэтому можно определить износ цилиндропоршневой группы, обнаружить нагар на стенках цилиндра и днище поршня, без разборки двигателя установить наличие поврежденных клапанов, со стороны камеры сгорания убедиться в отсутствии трещин головки блока и герметичности прокладки. Через отверстие слива масла в поддоне картера можно осмотреть его стенки на количество низкотемпературных отложений и загрязнений.

Эндоскопирование позволяет даже при незначительном износе маслоъемных колпачков или поршневых колец, когда внешне ни один признак неполадок не проявляет себя, обнаружить следы масла на клапанах, в камере сгорания, на днище поршня и таким образом заблаговременно диагностировать неисправность. С помощью технических эндоскопов можно установить реальный износ двигателя – начало полировки и следы царапин на стенках цилиндра.

Возможности эндоскопов значительно расширяют входящие в комплект насадки. Три вида зеркал позволяют изменить угол осмотра под 35°, 45° и 60°.

Выпускаются описанные далее типы эндоскопов.

Серия FASTA или MIGS – современный промышленный эндоскоп с маслястойким жидкокристаллическим монитором, автофокусировкой, с плавной регулировкой освещения, с возможностью фото- и видеосъемки (диаметр зонда 5,5 мм, длина 1 м).

Серия VIGS – современный промышленный эндоскоп, работающий через персональный компьютер, с собственным программным обеспечением, автофокусировкой, с плавной регулировкой освещения и возможностью фото- и видеосъемки (диаметр зонда 8,5 мм, длина 1 м).

Серия TIGS – эндоскопы Т-типа, удобны в работе, увеличенная мощность света, ручная фокусировка.

Серия IGS – волоконно-оптические эндоскопы с ручной фокусировкой и диаметром зонда от 4 до 10 мм.

Минимальный набор средств, который дает достаточную возможность произвести общую оценку технического состояния автомобиля и системы управления следующий:

- компрессометр или компрессограф и тестер утечек;
- комплект (набор манометров и переходников) для измерения давления в гидросистемах;
- четырех-, пятикомпонентный газоанализатор с автоматическим вычислением параметра λ ;
- стробоскоп;
- мотор-тестер;
- осциллограф;
- мультиметр.

Первые три позиции данного перечня обязательны для оценки технического состояния любого двигателя, а без такого контроля определение работоспособности системы управления двигателем затрудняется.

Средства малой диагностики раннего выпуска для контроля механического и электрического оборудования технических систем автомобилей приведены в табл. 2.1.

2.6. Средства диагностирования электрических и электронных устройств

2.6.1. Средства малой диагностики

Эффективность процессов диагностирования определяется не только качеством алгоритмов, но и, в не меньшей мере, качеством средств диагностирования.

Контроль системы электроснабжения осуществляется визуально, а также прямым и косвенным методами с использованием приборов и устройств общего назначения в виде контрольной лампы, дополнительного зуммера, вольтметра, амперметра, омметра или мультиметра. При этом используются типовые алгоритмы.

Для контроля электрооборудования используются простые приборы – вольтметры непосредственной оценки и индикаторы напряжения (логические пробники). Для локализации повреждений электрических цепей бортовых сетей питания, используются гальванические перемычки.

Индикаторы напряжения являются наиболее универсальными и доступными приборами при диагностировании электрооборудования автомобиля в дорожных условиях. В качестве индикатора может использоваться лампа накаливания мощностью до 3 Вт. Для диагностирования электронных систем используют индикаторы на светодиодах, которые имеют высокое входное сопротивление (ток потребления 5-15 мА). Это дает возможность исключить пере-

грузку полупроводниковых приборов электронных устройств при диагностических операциях.

Логический пробник (рис. 2.8) – это относительно простой прибор, электронный аналог контрольной лампы. Контрольная лампа имеет низкое входное сопротивление, ее применение может привести к выходу из строя элементов в высокоомных микроэлектронных схемах.



Рис. 2.8. Внешний вид переносных диагностических приборов:

а – логический пробник (индикатор); б – стробоскоп; в – нагрузочная вилка

Логический пробник имеет высокое входное сопротивление, не оказывающее влияния на тестируемые электрические цепи, он применяется для безопасного тестирования низковольтных слаботочных цепей. Два провода соединяют прибор с внешним источником питания, например, с аккумуляторной батареей, а щуп подключается к исследуемой цепи. Пробник и исследуемая электрическая цепь должны иметь общую землю («массу»). Логические пробники могут иметь три индикатора (светодиода) разного цвета (красный, зеленый, желтый) или звуковой сигнализатор (зуммер). В таких пробниках предполагается переключатель диапазонов рабочих напряжений.

На большинстве моделей логических пробников имеется переключатель диапазонов рабочих напряжений с положениями CMOS и TTL. CMOS – для электронных систем с рабочим напряжением 16 В, а TTL – для рабочего напряжения 5 В. Электронная схема в пробнике делит подаваемое на щуп напряжение на три зоны: низкое, среднее и высокое. Обычно для сигнала с высоким напряжением включается красный светодиод, для низкого напряжения – зеленый. Для сигнала в средней зоне светодиоды не включаются. Желтый светодиод включается при подаче на щуп импульсного сигнала. При этом во время нахождения амплитуды импульсного напряжения в соответствующей зоне загорается красный или зеленый светодиод.

Логический пробник может информировать пользователя о наличии напряжения только в определенной зоне значений, и его диагностические возможности ограничены.

2.6.2. Средства углубленной диагностики

2.6.2.1. Мотор-тестеры

Мотор-тестеры – это измерительные приборы, которые характеризуются высоким функциональным наполнением и по своим возможностям заменя-

ют целый ряд специализированных и специальных приборов. Они снабжаются измерительными адаптерами (бесконтактными датчиками тока, напряжения, высокого напряжения, давления, температуры) и адаптерами подключения (гальваническими коннекторами). Также реализуют функции автотестеров и анализаторов (автомобильных многоканальных осциллографов и мультиметров, стробоскопов, тахометров), позволяют диагностировать различные технические системы автомобиля (электрические и неэлектрические) без демонтажа электрических цепей, в рабочем состоянии, на различных режимах.

Схема подключения мотор-тестера к системам автомобиля показана на рис. 2.9.

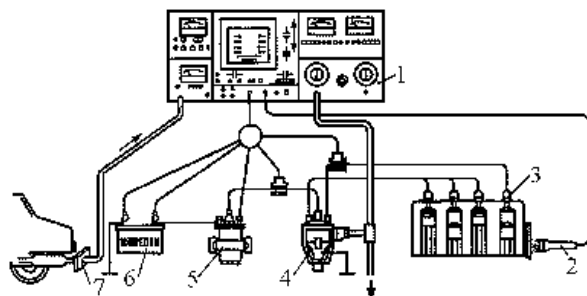


Рис. 2.9. Схема подключения мотор-тестера к системам автомобиля:

1 – мотор-тестер; 2 – стробоскопическая лампа; 3 – свечи зажигания; 4 – распределитель зажигания; 5 – катушка зажигания; 6 – аккумуляторная батарея; 7 – зонд измерения СО

В перечень параметров, контролируемых с помощью современных мотор-тестеров базовой комплектации, следует отнести все параметры, которые проверяются перечисленными диагностическими приборами:

- значение напряжения аккумулятора;
- сила тока стартера и генератора;
- качество напряжения бортовой сети питания;
- параметры импульсных напряжений в цепях системы зажигания;
- значения параметров импульсных сигналов датчиков;
- время накопления энергии и значения тока разрыва катушки зажигания;
- эффективная мощность ДВС;
- цикловой расход топлива;
- давление в топливной магистрали;
- разрежение во впускном трубопроводе;
- частота вращения коленчатого вала;
- температура масла;
- углы замкнутого состояния контактов прерывателя и опережения зажигания;
- величина разрежения во впускном коллекторе.

В более мощных мотор-тестерах диагностические данные считываются и обрабатываются микропроцессором и выводятся на монитор в модифицированном виде, удобном для анализа и постановки диагноза. Такие мотор-

тестеры дополнительно позволяют регистрировать электрические параметры на цифровом уровне и оценивать:

- относительную эффективную мощность;
- потери мощности при нестабильных режимах;
- баланс цилиндров по относительной компрессии;
- неравномерность частоты вращения коленчатого вала двигателя;
- угол опережения начала подачи топлива;
- длительность подачи топлива;
- максимальное давление впрыскивания топлива;
- остаточное давление в трубопроводе высокого давления.

Мотор-тестеры последнего поколения используются для диагностирования автомобилей с микропроцессорными системами управления, в которых есть интегрированные диагностические системы (системы самодиагностики). Характерным признаком таких мотор-тестеров является наличие в их структуре (комплектации) диагностического сканера, который подключается к диагностическому разъему системы управления автомобиля.

Микропроцессорное строение мотор-тестеров позволяет автоматизировать процесс тестирования не только электрических систем двигателя (тесты качества сгорания топлива, элементов системы зажигания, определение причин усложненного пуска), а и его механической части (тесты разгона, баланса мощности по цилиндрам, механических потерь, прогрева).

Осциллографы мотор-тестеров специально адаптированы для диагностирования автомобильной электроники, высоковольтных цепей зажигания и состояния механики двигателя. Для подключения к высоковольтным цепям систем зажигания мотор-тестеры оснащаются высоковольтными датчиками различных типов и снабжены специальным режимом отображения осциллограммы высокого напряжения – «парад цилиндров». В этом режиме в реальном времени отображаются параметры импульсов зажигания такие, как пробивное напряжение, время и напряжение горения искры для каждого цилиндра индивидуально.

Мотор-тестеры не привязаны к какой-либо автомобильной марке или системе, и это позволяет диагностировать двигатели любых типов и любые электронные системы. Прибор должен быть оснащен универсальными осциллографическими входами, входами для подключения высоковольтных датчиков, следует предусмотреть подключение токовых клещей и других специальных датчиков.

Программное обеспечение должно позволять записывать осциллограммы сигналов и сохранять их в файл, проводить автоматический анализ и расчет параметров сигналов.

Мотор-тестеры применяют для обнаружения неисправностей в топливной системе, системе зажигания, но с их помощью трудно обнаруживать постоянные неисправности в сложных электронных системах. Во многих случаях здесь неисправность в одной системе проявляется в виде диагностических признаков в других системах, связанных с конкретной неисправностью.

Таким образом, следует выделить следующие отличительные черты современного мотор-тестера на базе персонального компьютера (ПК):

1. Наличие многоканального цифрового осциллографа, для контроля выходных цепей систем зажигания и питания, в том числе и высоковольтной части.

2. Совместная работа с газоанализатором.

3. Наличие цифрового мультиметра с возможностью вывода параметров в графическом виде.

4. Реализация тестов системы энергоснабжения (получение диаграмм токов и напряжений при пуске) с использованием токовых датчиков.

5. Тестирование и мониторинг механических систем ДВС через датчики давления (диаграммы давления: во впускном коллекторе, в цилиндре, в топливной магистрали).

6. Наличие базы данных нормативных параметров диагностирования систем двигателя.

7. Ведение базы данных клиентов, автомобилей, с возможностью записи параметров диагностирования и работ по их устранению.

Наиболее совершенные мотор-тестеры позволяют в режиме реального времени сравнивать эталонные и реальные параметры сигналов, а также определять предварительный диагноз с помощью автоматизированных экспертных систем постановки диагноза.

Непостоянные или неповторяющиеся отказы могут быть обнаружены только при постоянном диагностировании параметров автомобиля во время эксплуатации. Это делают бортовые диагностические системы, являющиеся частью программного обеспечения ЭБУ двигателя.

Представляемая мотор-тестерами информация снимается непосредственно с двигателя и позволяет найти неисправности, недоступные сканеру. К такой информации относятся формы напряжения и токов датчиков и исполнительных механизмов. С помощью мотор-тестера появляется возможность оценить процесс воспламенения и сгорания топливовоздушной смеси за счет снятия осциллограмм вторичного (высокого) напряжения. По форме осциллограмм можно сделать заключение о состоянии катушки зажигания, высоковольтных проводов, свечей и их наконечников, компрессии, состояния клапанов, составе смеси.

Мотор-тестер BOSCH FSA 450 (рис. 2.10) был разработан специально для диагностических станций автосервисов, с учетом их ежедневных потребностей в компактном и надежном приборе для диагностики различных электрических компонентов и систем автомобиля.

Все результаты измерений отображаются на восьмидюймовом дисплее и могут быть сохранены и извлечены в случае необходимости в требуемый момент.

Особенности BOSCH FSA 450:

- четырехканальный осциллограф;
- развертка при работе с двумя каналами до 1 МГц;



Рис. 2.10. Осциллограф мотор-тестера BOSCH FSA 450

- «пиковый» режим для сигналов до 6 МГц;
- возможность автоматического масштабирования по форме сигнала или по типу источника сигнала;
- запись динамического сигнала до 5 минут (до или после активации режима);
- независимый цифровой мультиметр (до 400 В);
- различные проверочные алгоритмы для первичной и вторичной цепей зажигания (до 12 цилиндров);
- возможность измерения разрежения и избыточного давления;
- удобный пользовательский интерфейс;
- русифицированное программное обеспечение;
- возможность сохранения записанных сигналов в память ПК;
- цветной сенсорный экран 8 дюймов;
- ударопрочный корпус;
- варианты питания:
- сеть 220 В;
- прикуриватель автомобиля;
- встроенный аккумулятор.

Технические характеристики прибора:

- габариты (длина×ширина×высота), мм – 248×261×44,5;
- вес, кг – 1,4;
- дисплей – TFT Color Display VGA (640×480);
- диагональ экрана – 8.0";
- управление – сенсорный экран и 11 клавиш;
- встроенная память Flash EEPROM – 16 Мб;
- DRAM – 32 Мб.

Разъемы – 4 разъема для осциллографа:

- для цепей низкого (первичная цепь) и высокого напряжения (вторичная цепь) системы зажигания;
- для вакуумного датчика/датчика давления;
- для цифрового вольтметра;
- для зажима триггера.

Интерфейс LAN и два RS-232.

Источники питания:

- внутренние никель-металл-гибридные аккумуляторы;
- 12 В от автомобильного аккумулятора;
- внешний AC/DC трансформатор.

Имитаторы сигналов и тестеры исполнительных механизмов. Значительное количество датчиков микропроцессорной системы управления двигателем (МСУД), в том числе и интегральных, а также сложные алгоритмы взаимодействия компонентов МСУД затрудняют процедуру диагностирования, особенно когда система не функционирует.

Именно для таких случаев предназначены тестеры-имитаторы сигналов элементов МСУД, которые позволяют локализовать неисправности более эффективно.

Для выявления неисправностей исполнительных устройств (форсунок, РХХ) предназначены специализированные тестеры.

Главным образом эти средства применяют при отсутствии зафиксированных кодов ошибок системой бортовой диагностики.

Приборы данного назначения широко представлены на отечественном и зарубежном рынках оборудования. Типичными представителями являются приборы ДСТ-6, ДСТ-2М, ДСТ-10М, V.A.G 1551 и 1552, а также универсальный диагностический прибор VAS 5052.

Универсальные имитаторы сигналов систем управления предназначены для проверки исправности и правильности функционирования различных исполнительных механизмов систем управления двигателем, а также для имитации сигналов различных датчиков на автомобилях ВАЗ, ГАЗ и УАЗ [49].

Использование имитаторов сигналов позволяет повысить эффективность поиска неисправностей и вероятность принятия правильного решения при диагностике автомобилей.

Одним из главных достоинств приборов данного класса является большой перечень функциональных возможностей и невысокая стоимость.

В состав мотор-тестеров высшей группы сложности входит четырех- или пятикомпонентный газоанализатор. Результаты его измерений тоже используются анализирующей программой. Обычно для этого измеряют концентрации CO , CO_2 , CH и O_2 в выхлопных газах. Имеются модели, измеряющие также концентрацию NO_x .

Структура управления и программного обеспечения мотор-тестера представлена на рис. 2.11. Она состоит из трех уровней:

- уровень, на котором производится идентификация автомобиля, электронной системы управления (государственный номер, номера двигателя, шасси, кузова, тип электронного блока управления, дата изготовления и т. д.);
- диагностика, которая включает в себя тестовую программу двигателя (условия измерений, элементы и устройства, режимы работы двигателя и т. д.);
- шаги испытаний (например, первичная цепь катушки зажигания, затем вторичная цепь, свечи зажигания, сравнение осциллограмм вторичной цепи по цилиндрам и т. д.).

Компьютерные программы диагностики двигателей автомобилей.

Существует много различных программ диагностирования электронных систем управления двигателями. Например, программа «Мотор-тестер», которая предназначена для диагностики некоторых двигателей внутреннего сгорания автомобилей, оснащенных системами электронного управления впрыскиванием топлива. Программа применяется для проведения технического обслуживания и ремонта автомобилей на станциях технического обслуживания, автосервиса, владельцем автомобиля при наличии компьютера и диагностического тестера ДСТ-2М.

Программа «Мотор-тестер» считывает и обрабатывает данные из электронного блока управления автомобиля через адаптер, обеспечивающий возможность хранить, просматривать и распечатывать полученную информацию, а также управлять исполнительными механизмами двигателя. Программа позволяет:

- отображать в динамике все контролируемые параметры ЭБУ, просматривать их как в цифровом, так и в графическом виде (до семи параметров одновременно);



Рис. 2.11. Структура управления и программного обеспечения мотор-тестера

- управлять исполнительными механизмами двигателя в процессе отображения исследуемых параметров;

- записывать и просматривать входную информацию, поставляемую набором визиров, а также позволяет определять величины параметров в необходимый момент времени;

- получать сведения об ошибках, паспортных данных ЭБУ, двигателя, калибровке, таблицы коэффициентов топливоподачи;

- проводить испытания для определения частоты вращения коленчатого вала, механических потерь, скорости прогрева двигателя и др. в зависимости от типа ЭБУ;

- вести базу данных о клиентах – владельцах автомобилей и персональные базы данных для каждого автомобиля по результатам диагностических испытаний, хранить в базе данных графики параметров;

- благодаря удобному интерфейсу легко управлять процессом диагностики автомобиля.

Программа «Мотор-тестер» поддерживает диагностику таких систем: Январь 4 (ВАЗ), Январь 5.1, Bosch M1.5.4, Bosch M1.5.4N, GM ISFI-2S (распределенный впрыск), GM EFI-4 (центральный впрыск), Bosch MP-7.0, Микас M1.5.4 (ГАЗ), Микас M1.5.4 КЗ, Микас 7.1, Автрон M1.5.4, МКД-105.

Современные компьютерные мотор-тестеры характеризуются конструктивными особенностями программно-аппаратной реализации (портативное, модульное исполнение), дополнительными измерительными функциями и режимами, расширенной базой пользователя. В состав таких мотор-тестеров входят анализаторы ДВС и приборы для диагностирования микропроцессорных систем управления: диагностический сканер, тестер зажигания, имитатор сигналов датчиков, драйверы исполнительных устройств, диагностический коннектор, адаптер подключения к бортовому компьютеру.

Компьютерная база мотор-тестера позволяет использовать программные продукты для автоматизации процедуры диагностирования (тестирования, измерения, обработки и модификации информации, выводимой на монитор) и программно-информационные устройства (информационные картриджи, интегрированные программные карты, информационные системы). К тому же компьютерная связь обеспечивает доступ к автомобильным базам данных Интернета.

Мотор-тестеры выпускают фирмы Bosch и SUN, менее известными являются фирмы Nextech, Autologic и Texa.

Ассортимент системных тестеров включает аппаратные и программно-аппаратные версии. Из них большую часть представляют собой универсальные приборы, ориентированные на работу с автомобилями разных марок и моделей. Они позволяют исследовать и диагностировать системы управления двигателем, автоматической коробкой передач и АБС, климатической установки и подушек безопасности, обеспечить почти любые потребности диагноста.

Типичным компьютерным мотор-тестером является FKI-Crypton (США). Аналогичное оборудование производят фирмы SUN, BEAR, Bosch и др.

Компьютер мотор-тестера обрабатывает информацию, полученную от двигателя, и представляет результаты на дисплее или в виде твердой копии (распечатки на принтере). Устройство FKI-Crypton смонтировано на тележке для удобства перемещения.

С мотор-тестером поставляется комплект лазерных компакт-дисков с сервисной информацией о различных моделях автомобилей и с инструкциями электромеханику-оператору, как подключать мотор-тестер к автомобилю, какие кабели использовать.

Мотор-тестер AVL DiScope 865 предназначен для контроля всех электронных и электрических систем от АБС до электронной системы впрыска независимо от марки и от года выпуска автомобиля.

Полученные результаты выдаются в цифровом и графическом виде, графики можно масштабировать и получить участок графика в увеличенном виде. Прибор позволяет производить настройку диагностированных систем и сразу видеть результаты настройки.

Производитель – фирма AVL (Испания). Общие данные прибора: электропитание 12 В от аккумулятора NiCd, емкости аккумулятора хватает на 2,5 часа работы, интерфейс RS-232 для ЭВМ и принтеров, габаритные размеры – 140×203×51, масса 1 кг.

Преимущества DiScore 865:

- независимость от марки автомобиля;
- отсутствие необходимости в специальных знаниях по измерениям;
- приспособленность к условиям станций техобслуживания;
- мобильность, независимость от электросети;
- автоматический выбор пределов измерений;
- режим двухканального осциллографа;
- разъем для подключения принтера.

Простота эксплуатации – отличительная особенность этого прибора: на его экране автомеханику «подсказывается» порядок работы и диагностирования.

2.6.2.2. Автомобильные сканеры

В блоки управления электронными системами современных автомобилей встроена функция самодиагностики, позволяющая выявлять неисправности датчиков, электропроводки и самого блока. Для считывания этой информации автомобили оснащаются диагностическими разъемами для подключения к ним сканеров.

Сканер – это портативный компьютер с миниатюрным дисплеем на жидких кристаллах, способный обмениваться информацией с компьютером ЭБУ автомобиля по соединительному кабелю. Сканер является первичным диагностическим средством контроля электронных компонентов, параметров узлов и систем управления автомобиля. В отличие от мотор-тестера и газоанализатора сканер не ограничен только системой управления двигателем, а предполагает охват разнотипных систем. В настоящее время без сканера невозможно провести диагностику и тестирование современного автомобиля.

Основная функция сканеров – считывание и расшифровка кодов ошибок из памяти неисправностей блока управления двигателем.

Сканер – это диагностический тестер, который получает доступ к внутрисистемной информации ЭБУ и выдает эту информацию на дисплей. Другие диагностические средства имеют доступ только к внешним входным и выходным сигналам различных устройств автомобиля. Стандартный сканер обеспечивает:

- доступ к кодам регистратора неисправностей;
- доступ к текущей информации в ЭБУ;
- запись параметров во время ездовых испытаний;
- испытательное управление исполнительными механизмами.

Сканер осуществляет обмен данными с электронным блоком управления системы и имеет доступ к его памяти и внутренним ресурсам. Автосканером диагностируют электронные системы управления силовым агрегатом, антиблокировочные системы тормозов, системы управления подвеской автомобиля, подушками безопасности и т. п.

Информация, которую сканер может получить с автомобиля, определяется не сканером, а программным обеспечением бортового компьютера. Большинство автомобильных компаний выпускают специальные сканеры, предназначенные для работы только с конкретными моделями автомобилей. Имеются и универсальные сканеры, которые можно использовать с различными моделями автомобилей. Сменные программные картриджи и комплекты соединительных кабелей позволяют это делать.

Сканер является необходимым инструментом для диагностики автомобильных электронных систем. Портативность сканера позволяет его использовать также при ездовых испытаниях. Получение информации в реальном масштабе времени облегчает обнаружение нерегулярных (непостоянных) неисправностей.

Одной из наиболее полезных возможностей сканера является запись данных в электронную память сканера во время ездовых испытаний. После возвращения в цех эти данные могут быть выведены на дисплей для анализа. Фирмы-производители сканеров называют эти записи снимками, фильмами, событиями. Воспроизведение записей в замедленном темпе позволяет тщательно проанализировать работу датчиков и исполнительных механизмов.

Сканер предназначен для непосредственного взаимодействия с компьютером ЭБУ автомобиля, благодаря чему позволяет контролировать внутрисистемные компьютерные операции. Возможности сканеров варьируются в зависимости от модели, цены и производителя. Последние модели сканеров обеспечивают получение большого объема полезной диагностической и текущей внутрисистемной информации, которую трудно или невозможно получить иным путем.

Сканеры являются средствами диагностики, позволяющие считывать информацию в цифровом виде из памяти. Они подключаются к диагностическому разъему автомобиля.

В зависимости от исполнения сканеры позволяют:

- считывать из памяти коды ошибок;
- классифицировать их на текущие и запомненные;
- расшифровывать коды в текстовом виде;
- отображать интерпретацию ЭБУ текущих значений сигналов от датчиков и расчетных величин;
- активизировать некоторые исполнительные элементы системы управления двигателем (форсунки, регулятор холостого хода, клапан продувки адсорбера и др.);
- перезаписывать в память ЭБУ значение некоторых коэффициентов (например, коэффициент коррекции топливopодачи и величину сдвига угла опережения зажигания на режиме мощного обогащения).

В общем виде работу со сканерами можно распределить на следующие этапы:

- 1) подключение прибора к диагностическому разъему автомобиля;
- 2) выбор соответствующей марки и модели автомобиля в меню прибора;
- 3) установление связи прибора и ЭБУ автомобиля;
- 4) определение комплектации системы управления автомобиля;

5) получение информации о состоянии систем автомобиля во всех режимах, предусмотренных производителем автомобиля и возможностями сканера.

Запись данных (работа в режиме снимка). Одной из наиболее полезных функций сканера является запись потоков цифровых параметров или системных данных во время ездовых испытаний и их воспроизведение для последующего изучения. Этот режим работы называется режимом снимка. Снимок состоит из отдельных кадров. В зависимости от сканера и модели автомобиля в снимок можно поместить до 150 кадров параметров.

Для записи данных сканер подключают к диагностическому разъему автомобиля и устанавливают связь с ЭБУ. Затем проводят ездовые испытания так, чтобы имитировать появление признака неисправности. Когда признак проявится (например, в виде толчков или рывков), на сканере следует нажать кнопку синхронизации записи. Некоторые модели сканеров позволяют программировать автоматическое включение синхронизации записи параметров при первом появлении кода неисправности. Сканер работает таким образом, что производит запись снимка даже в тех случаях, когда имеется небольшое запаздывание между временем появления признаков неисправности и началом записи.

После установки режима записи параметров сканер постоянно заносит системные данные в свою память. На большинстве сканеров в память помещается около 100 кадров параметров. При поступлении очередного кадра ранее записанная информация стирается из памяти. По сигналу «синхронизация записи» сканер компилирует (размещает) данные в памяти таким образом, что 75-80% кадров в снимке соответствуют ситуации до нажатия кнопки синхронизации (или до появления кода ошибки), остальные кадры соответствуют данным после этого события. После фиксации снимка обновление данных прекращается.

При покадровом воспроизведении снимка параметры появляются на дисплее, как и в реальном времени. Одновременно выводится информация о номере кадра в снимке. Кадр с нулевым номером соответствует моменту синхронизации, кадры до момента синхронизации имеют отрицательные номера, кадры после момента синхронизации – положительные. Анализируя изменение значений параметров и коды неисправностей при покадровом воспроизведении снимка, можно выявить причины непостоянных отказов. Имеется возможность конфигурирования дисплея и сортировки параметров.

Поскольку в настоящее время существует большое количество программных и аппаратных сканеров, например, комплексный прибор DCN PRO.

Сканирование и диагностирование автомобилей, оснащенных электронным блоком управления, – основная функция DCN PRO. В этом режиме, напрямую связываясь с электронным блоком управления автомобиля, DCN PRO выполняет:

- чтение кодов ошибок;
- отображение сигналов датчиков (Data Stream) как в цифровом, так и в графическом виде;
- отображение сигналов датчиков и рекомендации по устранению неисправностей;

- коррекцию управляющих сигналов;
- стирание кодов ошибок;
- запись информации о работе системы управления в режиме «черный ящик».

Возможности сканера принципиально ограничены возможностями системы самоконтроля, заложенной при разработке ЭБУ. Поэтому на автомобилях ранних годов выпуска возможности сканера даже дилерского уровня ограничиваются чтением и расшифровкой кодов неисправностей.

Еще одной функцией сканера является обнуление межсервисных интервалов.

Применяемость сканеров определяется протоколом обмена. Например, все автомобили группы VAG имеют одинаковый протокол обмена между ЭБУ и сканером. Поэтому для диагностики любого автомобиля этой группы (VW, Audi, Seat, Škoda) достаточно иметь один сканер.

Существует много типов выпускаемых сканеров, которые постоянно обновляются, так что описывать здесь все типы сканеров нет необходимости.

Приборы фирмы Bosch KTS 530/540/570 с дополнением ПК или ПК мотор-тестера могут с помощью ESI[tronic] и компьютера быть превращены в мультибрендовый диагностический сканер (рис. 2.12) [36].

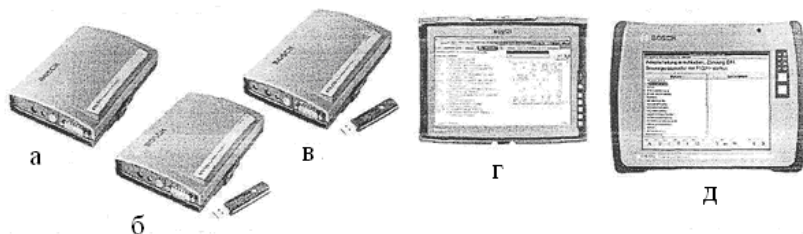


Рис. 2.12. Приборы для диагностирования блоков управления:

а – KTS 530; б – KTS 540; в – KTS 570; г – DCU 130; д – KTS 670

KTS 670 представляет собой модульный, переносной диагностический прибор. Информационно-измерительная система KTS 670 состоит из сканера, процессора, жесткого диска с программным обеспечением, ЖК-дисплея (с touchscreen), литий-ионного аккумулятора и измерительного модуля (мультиметра и осциллографа).

Приборы серии KTS при помощи диагностического кабеля, подсоединяясь к диагностическому разъему автомобиля, считывают неисправности и ошибки, проверяют систему. Для адаптации к различным автомобилям приборы оснащены электронным мультиплексором, который коммутирует диагностические линии прибора с OBD-разъемом автомобиля. Диагностирование компонентов системы может быть проведено мультиметром или осциллографом.

DCU 130 – портативный планшетный ПК для СТО имеет операционную систему Windows 7 (64 бита), управление – стилус (сенсорный ЖК-экран) или виртуальную клавиатуру. Для работы диагностических приборов (KTS-серии) устанавливается программное обеспечение ESI[tronic] 2.0.

Системный сканер KTS 530, представленный на рис. 2.13, может подключаться ко всем ноутбукам PC через USB-соединение, быстро и легко адаптируемый, поддерживает все диагностические протоколы:

- ISO 9141-2 K/L линии;
- мигающий код (Flash code);
- SAE-J1850 DLC (GM);
- SAE-J1850 SPC (Ford);
- CAN ISO 11898, ISO 15765-4 (OBD);
- CAN – однопроводной, высоко-, средне- и низкоскоростной CAN.



Рис. 2.13. Системный сканер KTS 530 с комплектующими

Корпус и кабели подходят для работы на СТО, а ISO-CAN-адаптер обмена интегрирован в модуль. Одноканальный мультиметр для измерений U, I, R; крепление входит в комплект поставки. Мультиплексор для K и CAN протоколов, имеет адаптеры/интерфейсы:

- SD, диагностический кабель;
- мультиметр;
- USB-кабель, блок питания и индикатор включения (А) и связи с автомобилем (В) – светодиоды (LED).

Чемодан и дополнительное оборудование/специальные принадлежности.

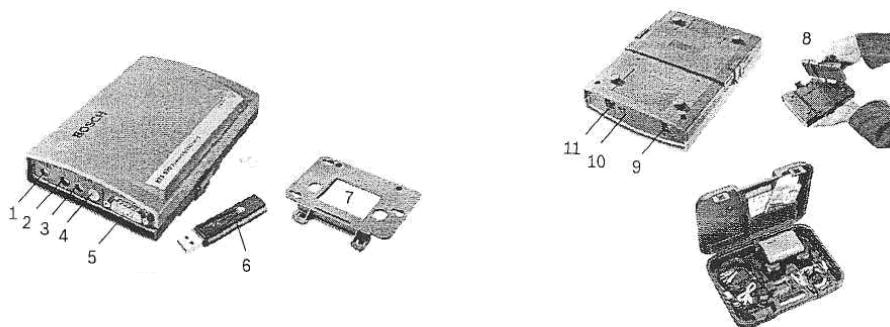


Рис. 2.14. Сканер KTS 570 с комплектующими:

- 1 – разъем осциллографа или мультиметра V/R/I канал CH2 (+); 2 – подключение заземления (кузов автомобиля) CH2 (-); 3 – разъем осциллографа или мультиметра V/R/I канал CH1 (-); 4 – разъем осциллографа или мультиметра V/R/I канал CH1 (+); 5 – разъем диагностического кабеля; 6 – Bluetooth адаптер; 7 – крепление прибора; 8 – ISO-CAN съемный адаптер; 9 – разъем подключения внешнего источника питания; 10 – индикатор включения (А) и связи (В) – светодиоды (LED); 11 – разъем USB – подключение сканера к ПК

В состав системного сканера KTS 570, представленного на рис. 2.14, входят:

- прибор, аналогичный KTS 530, дополнительно;
- двухканальный мультиметр для измерения U, I, R;
- двухканальный осциллограф для исследования сигналов с двух компонентов одновременно;
- прибор для диагностики и измерений;
- протоколы диагностики, аналогичные KTS 530/540.

Сканер-тестер DST-2 представляет собой портативный компьютер специального исполнения, предназначенный для диагностического обслуживания автомобилей, оснащенных электронными системами управления двигателя. По диагностическим цепям DST-2 позволяет связаться с блоком управления по каналу K-Line для выполнения следующих функций:

- осуществление связи с подсистемой самодиагностики блока управления;
- тестирование заданных режимов работы двигателя (пуск, холостой ход, режим полной мощности и т. п.);
- проверка работы выходных цепей системы управления;
- выполнение специальных тестов для оценки работы двигателя;
- задание списков параметров для считывания (прочтения) их с электронного блока в рабочем режиме системы управления.

Диагностический тестер может работать с различными комплектациями электронных систем управления. Такая гибкость обеспечивается наличием набора программных картриджей для тестера, представляющих собой подобие кассет к магнитофону. Каждый картридж относится к определенному блоку управления и к определенной комплектации системы управления. Сканер имеет небольшой по размеру дисплей, просматривать данные на нем не всегда удобно, даже используя прокрутку кадра. Обычно имеется возможность подключения сканера к персональному компьютеру через последовательный порт для передачи данных.

Специальное программное обеспечение позволяет просматривать данные со сканера в табличном и графическом виде на мониторе компьютера, сохранять их, создавать базы данных по обслуживаемым автомобилям.

Большинство программ реализуют показ данных со сканера на персональный компьютер в табличном или графическом виде. В табличном виде значения параметров представлены как на дисплее сканера, но организованы в столбцы по кадрам. Имеется возможность горизонтальной и вертикальной прокруток. В графическом виде значения параметров нанесены на график относительно оси времени в соответствии с номерами кадров. Такой способ позволяет наглядно представить до 100 кадров одновременно. Для перемещения между кадрами и точного считывания значений параметров используется визир (прямая вертикальная линия).

Сканеры Mega macs – это аппаратные мультимарочные сканеры для диагностики автомобилей европейских и азиатских марок, а также автомобилей, поддерживающих диагностику по протоколам OBD-II и EOBD. Приборы серии Mega macs выполнены на базе КПК.

Комплекс Gutmann Mega macs 55 (Германия) представляет собой сканер для диагностики электронных систем и мотор-тестер с двухканальным осциллографом и цифровым мультиметром (рис. 2.15).

Прибор имеет железный корпус, который надежно защищает электронику от любых внешних воздействий.

На лицевой стороне расположен цветной жидкокристаллический графический экран и клавиатура для управления и ввода информации.



Рис. 2.15. Общий вид комплекса Gutmann Mega macs 55

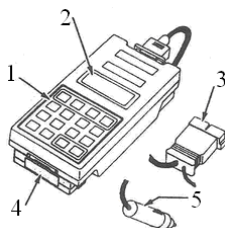


Рис. 2.16. Сканер Tech1 для сканирования автомобилей компании «GM»

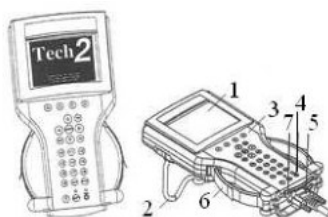


Рис. 2.17. Сканер Tech2 для сканирования автомобилей компании «General Motors»

На рис. 2.16 цифрами обозначены: 1 – клавиатура; 2 – дисплей; 3 – разъем для соединения с диагностическим разъемом; 4 – картридж 88-91 PLUS; 5 – штекер питания.

На рис. 2.17 цифрами обозначены: 1 – дисплей; 2 – опора; 3 – клавиатура; 4 – кнопка включения/выключения питания; 5 – разъем для соединения с диагностическим разъемом; 6 – регулируемый ремень; 7 – фиксируемый рычаг интерфейса связи с автомобилем (VCI – Vehicle Communications Interface).

Сканеры Tech1 и Tech2 автомобильной компании «General Motors», представленные на рис. 2.16 и 2.17, предназначены для поиска неисправностей двигателей и АКП [14].

С помощью сканера Tech1 можно считывать сигналы с различных входных датчиков и выходных устройств, как при работающем, так и при неработающем двигателе. При работающем двигателе можно наблюдать сигналы как от входных, так и от выходных устройств таких, как муфта блокировки гидротрансформатора, соленоиды регулирования давления и переключения передач. При помощи Tech1 можно также производить сброс кодов.

Сканер «Volvo» (рис. 2.18) позволяет определить место в проводке, разъемах или самих компонентах, на которых измерения и характер неисправности на разъемах блока управления невозможно выполнить.

Сканер KTS 651 фирмы Bosch – универсальный портативный аппаратный тестер массой 4 кг, предназначенный для тестирования электронных систем автомобиля, в том числе и на ходу. Автоном-

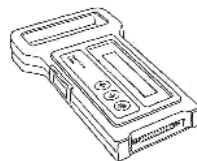


Рис. 2.18. Диагностический сканер «Volvo»

ный прибор с цветным сенсорным двенадцатидюймовым дисплеем и органами управления, с мощным микропроцессором и оперативной памятью 128 Мб, жестким диском 20 Гб и DVD-приводом для установки программного обеспечения ESI[tronic] с устройством беспроводной трансляции данных.

Сканер Carman Scan II фирмы Nextech (Корея) – мультимарочный сканер для работы с корейскими и японскими автомобилями с портами различных типов для подключения периферийных устройств и интегрирования в сеть.

Сканер Carman Scan VG фирмы Nextech (Корея) – универсальный сканер, четырехканальный запоминающий осциллограф, мультиметр и генератор сигналов датчиков. Прибор обладает практически всеми функциями профессионального мотор-тестера. С его помощью можно выполнить тест «баланс мощности по цилиндрам», исследовать системы зажигания различных типов. Прибор позволяет сформировать архив измерений и осуществлять его информационную поддержку.

Сканер системной диагностики Axone 2000 фирмы Теха (Италия) – мультибрендовый сканер, поддерживающий все европейские протоколы, включая EOBD и CAN и, прежде всего, автомобилей Fiat.

Система Axone 3 Mobile фирмы Autologic (Британия) включает в себя серию специализированных сканеров, каждый из которых предназначен для диагностики бортовой электроники автомобилей одной марки фирм Mercedes-Benz, BMW, Jaguar и Land Rover.

2.6.2.3. Автомобильные осциллографы

Автомобильный осциллограф – это чаще всего двухмерный электронный вольтметр, который показывает, как напряжение изменяется во времени. Осциллографы последнего поколения отличаются от осциллографов предыдущего поколения наличием: нескольких измерительных каналов; возможности преобразования (модификации) информационных сигналов и получения изображений на цифровом уровне; способности работать в режиме запоминания изображения и данных. Наряду с этим микропроцессорное строение прибора дает возможность автоматизировать процессы измерения и статистической обработки измерительной информации.

Многие годы осциллографы применялись в автосервисе для контроля первичных и вторичных цепей зажигания, а также некоторых устройств системы электроснабжения автомобиля. Теперь используют портативные автомобильные осциллографы и для наблюдения низкоуровневых сигналов в электронных цепях управления. Осциллограф – универсальное средство при поиске непостоянных (нерегулярных) неисправностей.

В практике обслуживания автомобилей используются аналоговые и цифровые осциллографы. В цифровых осциллографах встроенный компьютер подвергает входной сигнал аналого-цифровому преобразованию. Полученные таким образом цифровые значения амплитуд напряжений в момент выборки выводятся на дисплей (обычно жидкокристаллический), точки соединяются между собой линиями.

Как и в других цифровых измерительных приборах, частота горизонтальной развертки автомобильного осциллографа невелика, около 7 Гц. Тем не менее, цифровой осциллограф выдает детальную информацию о наблюдаемом сигнале. В автомобильных осциллографах обычно предусмотрены такие функции, как определение минимального и максимального напряжения сигнала, запись данных, передача данных в компьютер.

Автомобильный осциллограф – это сложный электронный измерительный прибор, частично выполняющий функции компьютера и мотор-тестера, может работать в режиме запоминающего осциллографа, мультиметра, с помощью кабелей с дополнительными преобразователями измеряет температуру, давление, ток, напряжение во вторичной цепи зажигания и т. д. В памяти хранятся характерные осциллограммы сигналов (шаблоны) для различных компонентов электрооборудования автомобилей. Это позволяет автоматически тестировать (контролировать работоспособность) различные элементы электрооборудования и электроники по образцовым сигналам (по шаблону). Так контролируют различные датчики, систему электроснабжения, полупроводниковые элементы, относительную компрессию в цилиндрах и т. п. [35]

Современные осциллографы USB Scope и USB Autoscope II в комплекте с компьютером представляют широкие возможности для регистрации, сохранения и обработки результатов измерений, поиска неисправностей в различных электронных системах: электрических сигналов, зажигания, газораспределения и др.

2.6.2.4. Автомобильные мультиметры

Автомобильный цифровой мультиметр – это цифровой тестер с многосегментным дисплеем на жидких кристаллах, с высоким входным сопротивлением. Цифровой мультиметр является неотъемлемой частью диагностического оборудования. Выполняет функции нескольких измерительных приборов, измеряет силу тока, напряжение, частоту, длительность импульса. До настоящего времени выпущено много типов этих приборов.

Мультиметр удобен для контроля состояния электрических цепей, но для контроля их функционирования он обычно не используется. На цифровом дисплее мультиметра применяется только низкая скорость обновления информации, что связано с особенностями человеческого зрения. Так как человеческий глаз не различает быстрое изменение цифр на дисплее, мультиметр показывает только средние или фиксированные значения электрических сигналов с низкой кадровой частотой обновления дисплея (обычно не более 4 Гц).

Некоторые модели автомобильных мультиметров имеют квазианалоговый дисплей (помимо цифрового) и обладают возможностью записи минимального и максимального значений контролируемого сигнала. Имеется возможность обновлять показания до 40 раз в секунду. Но на некоторых моделях мультиметров квазианалоговый дисплей работает на той же частоте, что и цифровой.

Несмотря на невозможность наблюдения и измерения динамических процессов с помощью мультиметра, автомобильные цифровые мультиметры нашли широкое применение для диагностики неисправностей в электрических

и электронных схемах. Мультиметры обладают универсальностью, простотой, быстрой подготовкой к работе и точностью измерений.

При диагностировании автомобильных электронных систем управления применяются и другие специализированные измерительные приборы: тестеры датчиков, тестеры форсунок и т. п.

2.6.2.5. Измерительно-вычислительные комплексы

Для диагностики систем автомобиля применяются специальные приборы считывания неисправностей VAS 5051 и VAS 5052 (рис. 2.19) (АО Фольксваген). С помощью этого прибора можно значительно ускорить локализацию неисправностей датчиков и исполнительных устройств, улучшить качество ремонта и снизить его стоимость. Этот прибор считывает неисправность, присваивает принятому коду текст и показывает его на дисплее.

Разработка автомобильной диагностической, измерительной и информационной системы VAS 5051 позволила объединить в одном приборе функции сканера бортовой диагностики, измерителя физических величин и носителя технической документации. Впервые этот прибор позволяет проводить направленный поиск неисправностей автомобиля. Постоянно обновляемые базовые данные диагностической системы позволяют работать с конкретными автомобилями и создавать требуемые планы тестирования систем и агрегатов. Возможности контроля дополняют функции мультиметра и осциллографа.

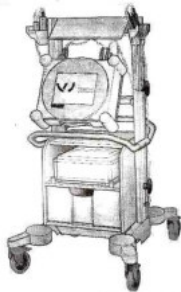


Рис. 2.19. Измерительный комплекс VAS 5051 и VAS 5052

К решаемым с помощью прибора VAS 5052 задачам относятся: проведение диагностики систем автомобиля, измерение параметров блоков управления, проведение калибровки приборов (программирование Update) и выполнение других дополнительных функций через диагностические разъемы электрон-

ных систем автомобиля.

К областям применения относятся, например:

- вывод данных из регистраторов неисправностей всех блоков управления автомобиля;
- проведение с использованием диагностических разъемов обычных сервисных операций, как обнуление указателя сроков технического обслуживания, кодирование ключей зажигания, введение в действие или отключение боковой подушки безопасности переднего пассажира;
- измененное программирование (калибровка) блоков управления;
- решение различных задач в области разработки и изготовления блоков управления или автомобилей;

- ведение электронной записной книжки в производственных целях, в особенности в связи со справочной системой ELSA;
- непосредственное использование в процессе обучения персонала благодаря мультимедийным качествам прибора.

Примером универсальных тестеров является **серия KTS**, весьма распространенная на станциях технического обслуживания. Тестеры KTS 500H, KTS 520 доступны для использования на небольших СТО и позволяют получать результаты измерений в графическом виде. Список самых важных функций и стандартные процедуры, которые способны выполнять тестеры серии KTS 500, приведены в инструкциях по эксплуатации.

2.7. Бортовые системы диагностирования автомобиля

Современные автомобили имеют встроенные бортовые системы диагностирования почти всех технических систем, адаптированное управление рабочими процессами, комфортабельность, распознавание и коррекцию состава горючей смеси, регулирование расхода топлива. Высокий технический уровень производства автомобилей позволяет повысить ресурс, техническую и экологическую надежность и периодичность ТО по сравнению с традиционными конструкциями.

Современные бортовые СТД – это включенные в конструкцию автомобиля датчики, устройства измерения, микропроцессоры и устройства отображения диагностической информации. Классификация встроенных систем диагностирования приведена на рис. 2.20.

Системы бортового диагностирования дают возможность оценивать работоспособность сборочных единиц или систем при ежедневном обслуживании или непрерывно в процессе работы. Постоянно контролируемые параметры бортовой системы диагностирования позволяют выявлять отказы и неисправности, вызывающие аварийную ситуацию, значительные потери из-за простоя машины или ускоренного изнашивания дорогостоящего оборудования. К числу непрерывно контролируемых параметров относятся: уровни и температура рабочих жидкостей, давление в системах смазки и тормозов, зарядка аккумуляторных батарей и др. При наличии бортовых систем диагностирования информация о работоспособности системы и сборочных единиц поступает водителю и диспетчеру через цифровые указатели, звуковые или световые сигналы для выработки рекомендаций по режимам работы и по техническому обслуживанию. В отдельных случаях целесообразно по команде датчика осуществлять автоматический останов машины или другие воздействия с целью исключения аварийного состояния или выброса рабочей жидкости, находящейся под давлением.

Возможности самодиагностики технических систем позволяют оптимизировать рабочие процессы, предусматривая:

- идентификацию системы и ЭБУ;
- распознавание, хранение и считывание информации о статических и единичных нарушениях работы;
- считывание текущих реальных данных, включающих условия окру-

жающей среды и спецификации;

- моделирование функций системы;
- программирование параметров системы.

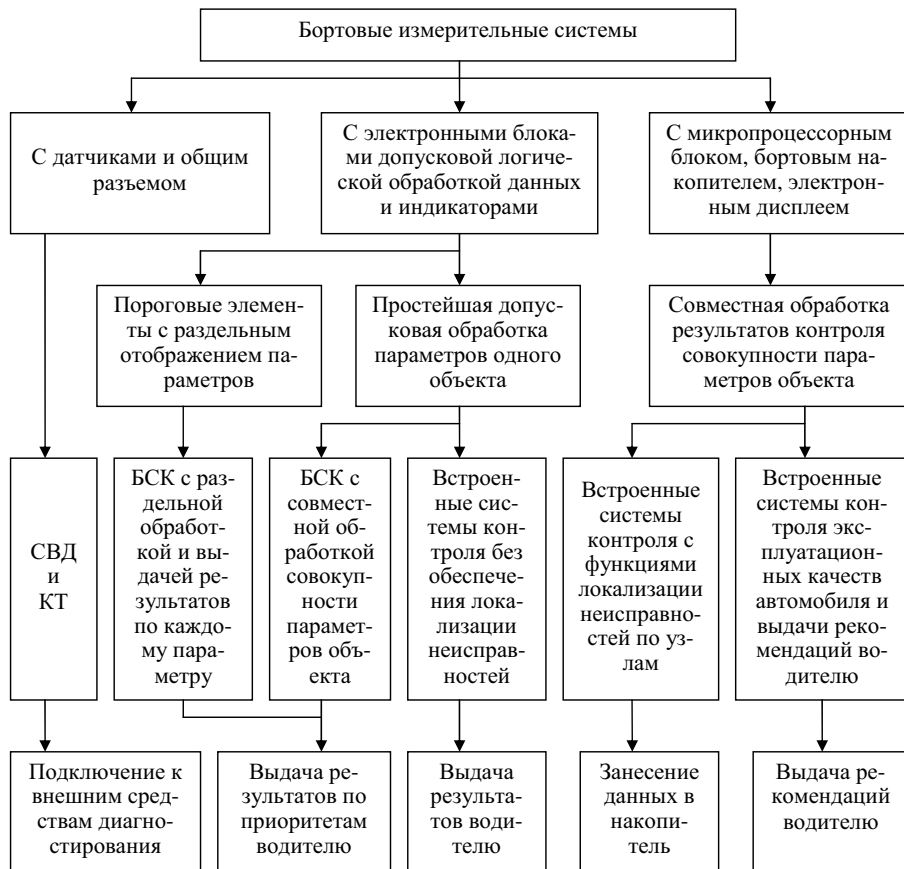


Рис. 2.20. Классификация встроенных средств диагностирования

Отдельные программы для тестирующего блока хранятся в подключенных модулях, тогда как коррекция и передача данных в системе осуществляются с помощью интерфейса данных.

Самодиагностика автомобилей характеризуется выполнением нескольких требований:

1. Контроль за работой сложных систем и узлов. Все больше усложняющаяся конструкция автомобилей делает возможности самодиагностики достаточно важными для выявления и устранения неисправностей. Целью является интегрирование всей системы в процесс диагностики.

2. Защита узлов и деталей, которые подвергаются особенному риску в

случае появления неисправностей. В качестве примера можно привести защиту каталитического нейтрализатора, реагирующую на пропуски зажигания в двигателе. Система реагирует на определенную частоту появления пропусков зажигания, отключая подачу топлива в неисправный цилиндр для предотвращения перегрева нейтрализатора.

3. Работа в аварийной ситуации в соответствии с величинами, принятыми «по умолчанию». Например, в случае выхода из строя датчика нагрузки (который определяет массовый расход воздуха) генерируется сигнал его замены, базирующийся на значениях частоты вращения коленчатого вала и положения дроссельной заслонки.

4. Информирование водителя о неисправностях системы диагностики с помощью индикаторных ламп, дисплеев или акустических устройств предупреждения.

5. Хранение точной информации. Система хранит в ЭБУ предупреждающую информацию и данные об отдельных неисправностях. Также в запоминающем устройстве хранятся данные об условиях работы технических систем автомобиля на момент обнаружения неисправности.

6. Доступ к сохраненным данным о неисправностях. Данные, хранящиеся в памяти системы самодиагностики во время работы автомобиля, могут быть переданы на диагностический стенд с дисплеем через последовательно подключенный многоканальный вход (порт).

7. Индикация данных о неисправностях в форме мигающего кода на приборной панели. Это помогает обслуживающему персоналу ускорить диагностику путем сужения поля возможных источников неисправностей.

Информационно-советующие системы позволяют проводить обучение методам экономичного и безопасного движения, аттестацию режимов движения на маршрутах и определять маршрутные нормативы времени движения, расход топлива, расходов на ТО и ремонт.

Целесообразность использования конкретных средств диагностирования определяется с применением экономико-вероятностного метода, который учитывает стоимость диагностических средств самого технологического процесса, а также влияние диагностирования на безотказность, долговечность автомобиля и периодичность его ТО.

Содержательно задача построения заключается в том, чтобы найти (вычислить, избрать, назначить) такую совокупность и, возможно, последовательность входных влияний, при подаче которых на объект диагностирования полученные в заданных контрольных точках ответы объекта позволяют сделать вывод о его техническом состоянии.

В настоящее время ведущие автомобилестроительные фирмы применяют на легковых автомобилях от малого до малого классов разветвленные микропроцессорные БСК для допускового контроля 15-20 и более параметров. В дополнение к функциям первых внедренных БСК эти системы обеспечивают контроль состояния сцепления, амортизаторов, аккумуляторной батареи, системы зажигания, компрессии по цилиндрам и др. (рис. 2.21).

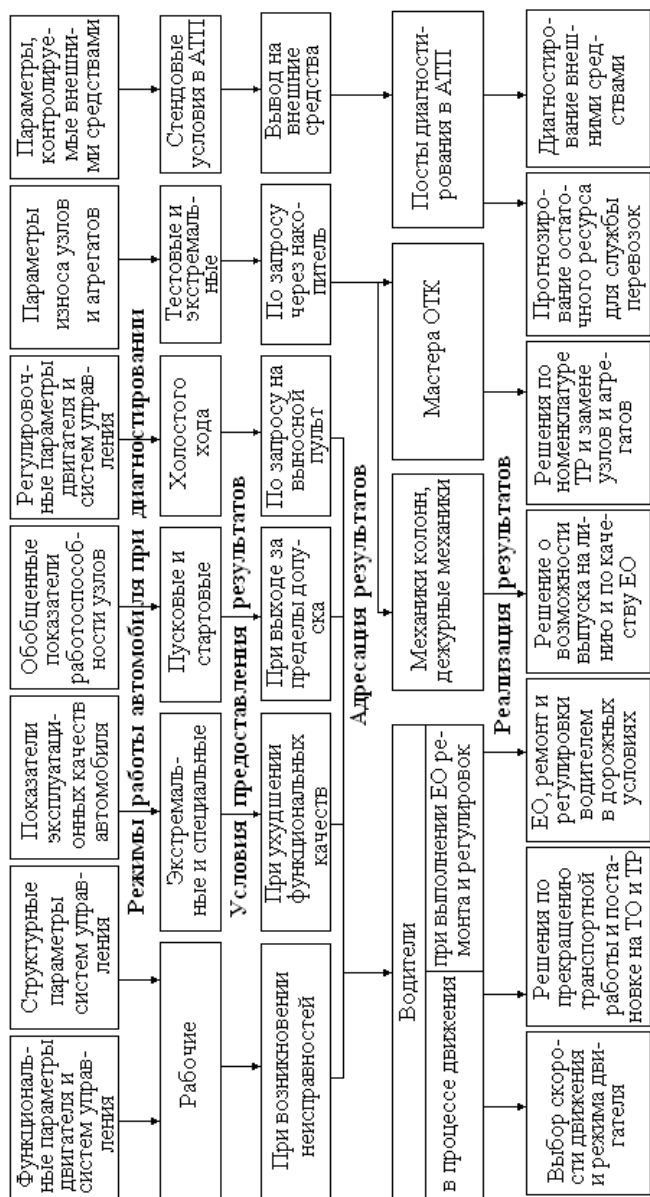


Рис. 2.21. Возможности и сфера контроля технического состояния встроенными средствами

Для поэлементной проверки, определения характера неисправностей и поиска отказавших элементов наиболее сложные микропроцессорные системы управления оснащают специальным «диагностическим разъемом» и подключают к ним вторичные переносные тестеры. Примером может служить диагностическое обеспечение выпускаемых фирмой WABCO антиблокировочных микропроцессорных тормозных систем, включающих «диагностический разъем», простейшие встроенные элементы самоконтроля и вторичные переносные тестеры для проверки пневмоаппаратов и электронных блоков антиблокировочных систем.

В блоке памяти встроенных систем диагностирования хранится информация для механика-диагноста, команды автоматическим регуляторам по ограничению скорости движения, частоты вращения коленчатого вала двигателя, данные для своевременной постановки автомобиля на ТР и ТО, замены конкретных узлов и агрегатов, что вместе со стационарными комплексами АСУ определяет остаточный ресурс.

Одним из показателей диагностирования, которые должны обеспечить технические средства диагностирования (ТСД), является глубина поиска неисправности. Чем ниже уровень структурной единицы, тем более сложный алгоритм поиска в ней неисправности и тем выше стоимость ТСД. В то же время, чем ниже уровень структурной единицы, тем ниже стоимость запасных элементов. В связи с этим при задании глубины поиска неисправности необходимо обеспечить минимальные расходы на создание ТСД и запасных элементов.

В настоящий момент возможности ранней диагностики зарождающихся неисправностей автомобиля существенно повысились. Применение современного персонального компьютера при наличии соответствующего программного обеспечения практически снимает ограничение на возможности анализа сигналов.

Контрольные вопросы

1. На какие группы делятся технические средства диагностирования по функциональному назначению?
2. Приведите классификацию средств диагностирования по виду диагностических параметров.
3. Приведите классификацию средств диагностирования по технологическому расположению.
4. Какие средства диагностирования относятся к внешним?
5. Как можно подразделить встроенные средства диагностирования?
6. Приведите классификацию средств диагностирования по виду представляемой информации.
7. По каким признакам подразделяются средства диагностирования?
8. Какие знания необходимы для выбора средств диагностирования?
9. Какие возможности мотор-тестеров в диагностировании автомобиля?
10. Какие возможности автомобильных сканеров в диагностировании автомобилей?
11. Какие типы сканеров выпускаются и какие у них отличительные признаки в назначении?
12. Сравните возможности мотор-тестеров и мультиметров в диагностировании автомобилей.
13. Какие возможности в диагностировании бортовых систем диагностирования автомобилей?

3. СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТОРМОЗОВ

3.1. Объекты диагностирования тормозных систем

Тормозные системы служат для снижения скорости и полной остановки автомобиля, а также для удержания на месте неподвижно стоящего автомобиля (стояночная тормозная система).

По назначению тормозные системы разделяют таким образом:

- **рабочая тормозная система** – оборудование, которое позволяет водителю снижать скорость движения транспортного средства и останавливать его при обычном режиме эксплуатации;
- **запасная тормозная система** – оборудование, которое позволяет водителю уменьшать скорость движения транспортного средства и останавливать его в случае неисправности рабочей тормозной системы;
- **стояночная тормозная система** – оборудование, которое позволяет удерживать транспортное средство в неподвижном состоянии на наклонной поверхности и во время отсутствия водителя;
- **вспомогательная тормозная система** – оборудование, которое позволяет водителю поддерживать скорость движения автомобиля или уменьшать ее на длинных дорожных спусках;
- **автоматическая тормозная система** – оборудование, которое автоматически затормаживает прицеп при его случайном отделении от тягача.

3.2. Неисправности, диагностические параметры, методы и средства диагностирования тормозных систем

3.2.1. Основные неисправности тормозных систем

К основным эксплуатационным неисправностям тормозных механизмов можно отнести следующие: предельный износ тормозных колодок и барабанов (дисков), замасливание фрикционных поверхностей, изменение зазора между накладками и барабанами (дисками), самоторможение и заклинивание колодок, слабое торможение.

Причины неисправностей главного цилиндра:

- качество тормозной жидкости, которую регулярно проверяют на соответствие точке закипания. Проверку состояния можно проводить тестером (например, BOSCH);
- коррозия металлических компонентов и износ резиновых деталей;
- повреждение и засорение каналов небольшого сечения и электромагнитных клапанов систем с электроникой (ESP, ABS) из-за некачественной тормозной жидкости;
- недостаточная эффективность торможения, перегрев тормозного барабана и быстрый износ тормозных колодок в результате коррозии рабочих поверхностей и подклинивания поршней тормозного цилиндра;
- образование паровых пробок при попадании воды в тормозную жидкость;

- износ колец, уплотняющих рабочие поверхности цилиндров, дисков, что приводит к нарушению значений оптимального (0,15 мм) зазора между колодкой и диском.

Неисправности барабанного тормоза:

- неравномерная работа тормоза (занос при торможении), снижение эффективности стояночного тормоза, посторонний шум при вращении колеса. Причинами могут быть: отсутствие стопорного штифта и фиксирующей шайбы (дефект монтажа или коррозия); попадание пружины на рычаг, что при вращении создает посторонний шум; колодка вышла из тормозного цилиндра; поршень выдавлен из цилиндра; на поверхность тормозных колодок попала жидкость;

- блокирование стояночного тормоза после отпускания рычага при отсутствии колпачка на контрольном отверстии (контроля толщины накладок) и попадании воды, коррозия металла и разрушение клеевого слоя при попадании воды на клеевое соединение накладки с основной колодки, отделение накладки от основы и заклинивание колеса после длительной стоянки.

Неисправности дискового тормоза:

- боковое биение ступиц установки дисков должно быть не более 0,02 мм, если другие значения не предписаны изготовителем;

- разность толщин тормозного диска при измерениях не меньше, чем в трех точках по радиусу, около 10 мм от внешнего края не должна превышать 0,03 мм;

- толщина фрикционного слоя тормозной колодки должна быть не менее 2 мм;

- не допускается односторонний износ тормозных дисков, который может привести к заеданию тормозных колодок;

- критический износ наружной тормозной колодки приводит к заклиниванию суппорта, что сопровождается визгом;

- разрушение колодки (скалывание, трещины), перекос колодки, разрушение фрикционного слоя приводит к низкой эффективности тормозов, увеличению времени торможения, заклиниванию, сильному шуму и визгу;

- коррозия тормозных дисков приводит к шуму при торможении.

3.2.2. Неисправности тормозной системы с гидравлическим приводом

Основные неисправности тормозных систем автомобиля, их причины и способы устранения показаны на рис. 3.1.

Причины увеличения тормозного пути автомобиля:

- изнашивание фрикционных накладок колодок;

- замасливание накладок – происходит при подтекании тормозной жидкости из колесных тормозных цилиндров или попадании смазочного материала из ступиц колес (при повреждении уплотнительных манжет, перегреве ступиц);

Увеличенный ход тормозной системы
1. Утечка тормозной жидкости из гидропривода тормозной системы
2. Проникновение воздуха из-за отсутствия жидкости в бачке главного цилиндра
3. Неудовлетворительная работа манжет главного цилиндра
Самопроизвольное затормаживание автомобиля
1. Неправильная регулировка вакуумного усилителя
2. Засорение отверстия в крышке бачка главного цилиндра
3. Неполное возвращение тормозной педали назад после отжимания
4. Разбухание манжет главного и колесного цилиндров
5. Засорение компенсационных отверстий главного цилиндра
6. Перекрытие компенсационных отверстий кромкой манжеты из-за неполного отхода поршня назад при полностью опущенной педали или из-за разбухания манжеты
Нагрев барабана заднего тормозного механизма из-за самопроизвольного притормаживания колеса
1. Ослабление или поломка стяжной пружины колодок
2. Невозвращение колодок в отторженное состояние из-за разбухания манжет колесного цилиндра
3. Перекос колодок из-за нарушения положения опорных стоек вследствие деформации щитов
4. Чрезмерно натянуты приводы стояночной тормозной системы
5. Неправильная регулировка длины распорной планки
При торможении автомобиль заносит или уводит в сторону
1. Загрязнение или замасливание накладок тормозных колодок
2. Засорение трубопроводов или шлангов, подводящих жидкость к колесным цилиндрам на одной из сторон автомобиля
3. Задир на рабочей поверхности барабана заднего тормозного механизма
4. Задние колеса блокируются раньше передних из-за неправильной регулировки регулятора давления
5. Неплотное прилегание шарика в гнезде
6. Разрушилась манжета большой ступени поршня
7. Отсутствие герметичности между полостями регулятора из-за разрушения уплотнений между полостями
Нагрев тормозного диска переднего тормозного механизма из-за самопроизвольного притормаживания
1. Заедание колодок из-за чрезмерного загрязнения опорных поверхностей суппорта
2. Заклинивание поршней из-за загрязнения в цилиндрах скобы
Для торможения автомобиля требуется чрезмерное усилие при нажатии на педаль
1. Загрязнение или замасливание накладок тормозных колодок
2. Плохое прилегание тормозных накладок к рабочей поверхности тормозных барабанов
3. Повреждена диафрагма усилителя
4. Повреждена наружная манжета главного цилиндра
5. Повреждена или загрязнена манжета корпуса поршня усилителя
6. Повреждена поверхность корпуса поршня усилителя
7. Повреждено уплотнительное кольцо крышки усилителя
8. Нарушена герметичность уплотнения обратного клапана усилителя
9. Загруднительное перемещение поршней в цилиндрах скоб переднего тормозного механизма при чрезмерном загрязнении «зеркала» цилиндров или разбухании манжет из-за попадания минеральных масел
Слабое действие привода тормозной системы
1. Вытягивание и ослабление тросов привода
2. Заедание заднего троса в направляющих трубках щитов задних тормозных механизмов

Рис. 3.1. Возможные неисправности тормозной системы управления и их причины

- изнашивание тормозных барабанов, тормозных дисков – при одновременном изнашивании накладок колодок и значительном увеличении зазора между ними и барабаном увеличивается время начала срабатывания тормозных механизмов из-за увеличения свободного хода тормозной педали;

- попадание воздуха в гидросистему – при нажатии на тормозную педаль воздух в системе сравнительно легко сжимается, а давление тормозной жидкости, в том числе в колесных тормозных цилиндрах, уменьшается (попадание воздуха в гидросистему возможно через неплотности в соединениях и через колесные тормозные цилиндры, при изнашивании поршней с манжетами), признак – «мягкая» педаль, в некоторых случаях она пружинит;

- неправильная работа гидровакуумного усилителя – из-за повреждения мембраны, при негерметичности или заедании клапанов управления, при разбухании манжеты поршня цилиндра.

Если тормозная система не обеспечивает равномерного торможения колес (при неодинаковом изнашивании протекторов и давлении в шинах), появляется возможность заноса автомобиля на дороге [49].

Причины неравномерной работы тормозных механизмов:

- неодинаковая эффективность действия колесных тормозных механизмов у разных колес из-за различной степени изнашивания накладок, барабанов или замасливание накладок колодок у отдельного колеса;

- неравномерное действие тормозных механизмов колес одной оси (вызывает увод автомобиля в сторону) из-за некачественной регулировки тормозных механизмов колес;

- последовательность и интервал начала срабатывания тормозных механизмов передних и задних колес не соответствуют техническим условиям – происходит при неправильной регулировке или неисправности регулятора давления (в основном у легковых автомобилей);

- опережающее торможение задних колес – возможен занос автомобиля, значительное опережение торможения передних колес может привести к потере управляемости автомобиля.

Причины полного отказа тормозной системы:

- отсутствие тормозной жидкости в бачке главного тормозного цилиндра, то есть полное вытекание ее при негерметичности системы;

- попадание в гидросистему большого количества воздуха – педаль тормозной системы проваливается (тормозные механизмы могут сработать после нескольких резких нажатий на педаль);

- педаль тормозной системы неуправляема и остается неподвижной даже при сильном нажатии на нее, при сильном перегреве металлических деталей колеса от диска колеса до колесного тормозного цилиндра, что вызывает резкое увеличение объема тормозной жидкости и вся тормозная система блокируется; кроме того, сильный перегрев может быть вызван нерастормаживанием колеса, перенатягом конических подшипников ступиц и т. д.

Причины нерастормаживания колес при полном отпуске тормозной педали:

- разбухание резиновых манжет поршней главного цилиндра или колесных тормозных цилиндров – приводит к заеданию поршней цилиндров и ко-

лодки не могут вернуться в исходное положение после торможения (разбухание манжет происходит в основном из-за использования не рекомендованной тормозной жидкости для данного автомобиля);

- коррозия или налет солевых отложений на рабочей поверхности колесных тормозных цилиндров – заедание поршней цилиндров (происходит при попадании в цилиндры антигалогенных растворов с дороги зимой);

- изнашивание тормозных барабанов по эллипсу – заедание колодок тормозных механизмов после торможения (из-за установки недостаточных зазоров между колодками и барабанами);

- обрыв стяжных пружин колодок;

- заедание тормозных колодок на опорных пальцах – коррозия пальцев или отложения на них солевого налета;

- засорение воздушного отверстия в пробке бачка главного цилиндра – повышенный уровень тормозной жидкости в бачке, при этом могут не гаснуть лампочки стоп-сигналов при не нажатой педали;

- засорение компенсационного отверстия в главном цилиндре;

- свободный ход тормозной педали отсутствует совсем или недостаточной величины;

- величина зазора между штоком и поршнем главного тормозного цилиндра не соответствует требованиям технических условий [49].

Повреждение тормозных трубопроводов обычно происходит из-за перетирания колеблющихся трубок и шлангов в контакте с другими элементами автомобиля, старения резиновых шлангов, а также по причине усталостных разрушений. Повышение безопасности автомобиля при разрушении тормозных трубопроводов обычно обеспечивают путем конструирования многоконтурных тормозных приводов и введением сигнализаторов работоспособности каждого контура.

Типичным случаем потери работоспособности тормозной системы является износ тормозных цилиндров, износ или разбухание уплотнительных колец и манжет. Как правило, такие неисправности сопровождаются утечками тормозной жидкости, а потому в конструкции тормозной системы необходимо использовать датчики уровня тормозной жидкости в расширительных бачках. Желательно трубопроводы и тормозные цилиндры располагать на автомобиле таким образом, чтобы обеспечить возможность визуального наблюдения мест утечек тормозной жидкости. Естественным условием обеспечения надежности тормозной системы является правильный подбор по свойствам материала уплотнений, гибких шлангов и тормозной жидкости.

В процессе длительной эксплуатации автомобиля тормозные свойства могут ухудшаться вследствие использования при ремонтах недостаточно качественных деталей или вообще плохо выполненных ремонтных операций. К примеру – при расточке тормозного барабана меняется его жесткость, что может привести к возникновению скрипов при торможении автомобиля. Биение рабочей поверхности расточенного тормозного диска, а также овальность тормозного барабана приведут к неравномерности торможения колеса [30].

В механическом усилителе экстренного торможения по мере длительного использования возможны износы фиксирующих шариков и фасонной муф-

ты, что грозит потерей работоспособности усилителя.

Усложнение тормозной системы естественно расширяет круг возможных отказов и неисправностей ее элементов и системы в целом. Отказ датчиков и электронного блока АБС приводит к потере эффективности торможения, тем более что чисто механическая часть тормозной системы в таких конструкциях дает неравномерность торможения колес, большую, чем у автомобилей без АБС. Дополнительной проблемой оценки работоспособности АБС является отсутствие на данный момент серийно выпускаемых для СТО тормозных стендов, позволяющих контролировать одновременно тормозные силы на всех колесах автомобиля в режиме больших скоростей его движения. В механическом усилителе экстренного торможения по мере длительного использования возможны износы фиксирующих шариков и фасонной муфты, что грозит потерей работоспособности усилителя.

Основные неисправности тормозных систем автомобиля, их причины и способы устранения указаны в табл. 3.1.

Неисправности системы АБС, способы их диагностирования и устранения приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.1

Основные неисправности тормозных систем автомобиля, их причины и способы устранения

Неисправность	Причина	Способ устранения
Большой свободный ход тормозной педали	Отказ одного из тормозных контуров	Проверить тормозную жидкость в тормозных контурах
Тормозная педаль уходит вниз слишком далеко и пружинит	Воздух в тормозной системе	Прокачать тормозную систему
	Слишком мало тормозной жидкости в компенсационном бачке	Долить тормозную жидкость
	В тормозной жидкости образуются пузырьки пара (возникает после большой нагрузки, например, при спускании с горы)	Удалить воздух из тормозной системы
	Разгерметизация трубопровода	Заменить тормозную жидкость, прокачать систему
Низкий эффект торможения, тормозную педаль можно нажать до упора	Повреждена манжета в главном тормозном цилиндре. У дискового тормозного механизма повреждено резиновое уплотнительное кольцо	Заменить манжету в главном тормозном цилиндре
		Заменить изношенные детали, при необходимости заменить цилиндр
Плохое торможение, несмотря на большое усилие на педаль	Замаслены тормозные накладки	Заменить накладки
	Неисправен усилитель тормозного привода	Проверить усилитель, устранить неисправность
	У барабанных тормозных механизмов изношены тормозные накладки	Заменить накладки
	Низкое давление в шинах	Шины подкачать

Неисправность	Причина	Способ устранения
Тормозные механизмы колес действуют не одновременно	Неравномерное изнашивание шин	Заменить изношенные шины
	Замаслены тормозные накладки	Заменить накладки
	На одном мосту установлены тормозные накладки разных марок	Заменить накладки
	Изношена рабочая поверхность тормозной накладки	Заменить накладки
	У дисковых тормозных механизмов: Загрязнены полости суппорта	Очистить посадочные и направляющие поверхности тормозных накладок в суппорте, заменить суппорт
	Коррозия в колесных тормозных цилиндрах	
	Неравномерный износ тормозной накладки	Заменить тормозные накладки обоих колес
Тормозные механизмы срабатывают самостоятельно	У барабанных тормозных механизмов: Тяжелый ход поршней колесных тормозных цилиндров	Отремонтировать колесный тормозной цилиндр
	Забито уравнильное отверстие в главном тормозном цилиндре	Очистить цилиндр, заменить детали
	Слишком мал зазор между тягой и поршнем главного тормозного цилиндра	Отрегулировать зазоры
Тормозные механизмы во время движения сильно нагреваются	Забито уравнильное отверстие в главном тормозном цилиндре	Очистить цилиндр, заменить поврежденные детали
	Слишком мал зазор между тягой и поршнем главного тормозного цилиндра	Отрегулировать зазоры
	У дисковых тормозных механизмов: Забито дроселирующее отверстие в клапане избыточного давления главного тормозного цилиндра	Очистить главный тормозной цилиндр, заменить детали и тормозную жидкость
Повышенный уровень шума	У барабанных тормозных механизмов: Тормозные накладки изношены	Заменить накладки
	Деформация тормозного барабана	Тормозной барабан расточить, при необходимости заменить
	Возвратные пружины тормозных колодок ослабли	Заменить пружины
	У дисковых тормозных механизмов: Коррозия тормозного диска	Отшлифовать диск
	Тормозной диск имеет боковое биение	

Продолжение табл. 3.1

Неисправность	Причина	Способ устранения
Тормозные накладки не отходят от тормозного диска, колеса с трудом прокручиваются рукой	У дисковых тормозных механизмов: Коррозия в колесных тормозных цилиндрах	Перебрать суппорт, при необходимости заменить
Неравномерное изнашивание тормозных накладок	У дисковых тормозных механизмов: Нештатная тормозная накладка	Заменить накладки
	Загрязнен суппорт	Прочистить полости суппорта
	Тяжелый ход поршня	Притереть поверхность поршня
	Разгерметизация в тормозном приводе	Восстановить герметичность тормозного привода
Клинообразный износ тормозных накладок	У дисковых тормозных механизмов: Тормозной диск вращается не параллельно суппорту	Проверить поверхность прилегания суппорта
	Коррозия суппорта	Неправильная работа поршня, проверить положение поршня (поршневого кольца)
Визг тормозных механизмов	Высокая влажность воздуха	Если визг тормозных механизмов возник после продолжительной стоянки при высокой влажности воздуха, то после нескольких торможений он пропадет
	У дисковых тормозных механизмов Тормозная накладка другой фирмы	Заменить накладки
	Тормозной диск вращается не параллельно суппорту	Проверить поверхность прилегания суппорта
	Растянуты нажимные пружины	Заменить нажимные пружины
	Загрязнены полости суппорта	Очистить полости суппорта
	Погнуты удерживающие пружины тормозной накладки	Заменить пружины
	У барабанных тормозных механизмов: Нештатная тормозная накладка	Заменить накладки

Неисправность	Причина	Способ устранения
Пульсация тормозных механизмов	Тормозная накладка прилегает неплотно	Почистить колесные тормозные механизмы
	Тормозные механизмы загрязнены	Почистить колесные тормозные механизмы
	Слишком слабые возвратные пружины	Заменить возвратные пружины
	У дисковых тормозных механизмов с АБС: Боковое биение тормозного диска или слишком большой допуск на толщину диска	Проверить биение и толщину диска. Заменить диск
	Тормозной диск вращается не параллельно суппорту	Проверить поверхность прилегания суппорта
	У барабанных тормозных механизмов: Неровная поверхность прилегания дискового колеса к тормозному барабану из-за деформации барабана	Поменять колеса между собой. Тормозной барабан с прикрученным колесом расточить на токарном станке

Таблица 3.2

Основные неисправности АБС, способы их диагностирования и устранения

Причина неисправности	Диагностирование	Устранение неисправности
При включении центрального выключателя или выключателя прицепа индикаторное устройство системы не горит		
Короткие замыкания или обрывы в жгуте проводов от АКБ до разъема электронного блока управления или в соединительном кабеле	Проверяют по световым мигающим кодам или мультиметром цепь от АКБ до электронного блока	Устраняют короткие замыкания и обрывы, при необходимости меняют соединительный кабель
Сгорел предохранитель системы	Проверяют тестером или мультиметром	Меняют предохранитель
Индикаторное табло системы после трогания автомобиля с места не гаснет		
Недопустимый воздушный зазор между зубьями индуктора и датчиками колеса	Проверяют по световому мигающим кодам	Устраняют с помощью установочного приспособления или меняют датчик скорости
Обрыв или короткое замыкание в цепи от электронного блока до датчика скорости	Проверяют с помощью диагностического оборудования	Устраняют обрывы и короткие замыкания

Примечание. Все сбои в работе системы записываются в память электронного блока. В управляющую программу системы заложены манипуляции, позволяющие отключить электронное управление, и тогда процесс торможения будет происходить в режиме обычного торможения. При этом водитель информируется о переходе на режим обычного торможения световым табло.

3.2.3. Неисправности тормозной системы управления с пневматическим приводом и их причины

Причины снижения эффективности работы тормозных механизмов:

- повышенное изнашивание или замасливание фрикционных накладок;
- повышенное изнашивание тормозных барабанов – сопровождается появлением эллипсности и многочисленных рисок и задиров на рабочей поверхности;
- увеличение зазора между накладками колодок и тормозными барабанами;
- пониженное давление воздуха в пневмосистеме привода тормозных механизмов – происходит при утечке воздуха в местах негерметичности, при ослаблении натяжения приводного ремня, при повышенном изнашивании цилиндропоршневой группы компрессора и выходе из строя клапанной системы разгрузочного устройства или регулятора давления, в том числе из-за неправильной регулировки;
- неисправная работа тормозного крана – происходит при неправильной регулировке или повышенном изнашивании деталей и нарушении работы клапанных механизмов; повышенный свободный ход тормозной педали [49].

Причины неравномерной работы тормозных механизмов:

- наличие вышеуказанных неисправностей в отдельных колесах;
- отсоединение штока тормозной камеры от тормозного рычага колесного механизма или выход из строя самой тормозной камеры.

Причина полного отказа тормозных механизмов при нормальном давлении воздуха в пневмосистеме привода – замерзание неслитого вовремя конденсата из ресиверов при низкой температуре и образование ледяных пробок в магистральных трубопроводах или заклинивание тормозного крана в случае примерзания клапанов к седлам и т. д.

Причины нерастормаживания колес автомобиля при полностью отпущенной тормозной педали:

- прорыв сжатого воздуха в тормозные камеры при негерметичности клапанов тормозного крана;
- обрыв стяжных пружин колодок;
- заедание разжимного кулака;
- эллипсообразное изнашивание барабанов;
- прихватывание отсыревших накладок к тормозным барабанам после продолжительных стоянок (в зимнее время года);
- срыв отдельных элементов накладок, приводящий к заклиниванию колеса [49].

3.2.4. Параметры, методы и средства диагностирования

В процессе эксплуатации автомобиля регулируемые параметры тормозов изменяются быстрее, чем параметры других агрегатов автомобиля. Поэтому необходима систематическая проверка общего состояния тормозной системы и отдельных ее элементов.

Тормозные системы транспортных машин состоят из большого количества элементов, которые из-за неизбежных отклонений кинематических и геометрических форм, температуры поверхностей трения имеют индивидуальные технические качества. Детальный анализ их работоспособности и возможных неисправностей в пространстве свойств функционирования и пространстве параметров диагностирования требуют глубокого системного анализа.

Для определения технического состояния тормозов используют три метода:

- 1) ходовые испытания – в дорожных условиях;
- 2) за счет встроенных средств диагностики – в процессе эксплуатации;
- 3) с использованием тормозных стендов – в стационарных условиях (рис. 3.2).

Методы и режимы испытания приведены в табл. 3.3.

Таблица 3.3

Методы и режимы испытаний машин

Метод	Проверка тяговых свойств		Проверка тормозов	
	Силовой	Инерционный	Силовой	Инерционный
Источник движущей силы	Двигатель автомобиля, ведущие колеса			
Источник тормозной силы	Нагрузочное устройство стенда	Приведенные массы участвующих в движении частей стенда и автомобиля	Тормозная система автомобиля	
Режим испытаний	Установившийся	Неустановившийся	Установившийся	Неустановившийся

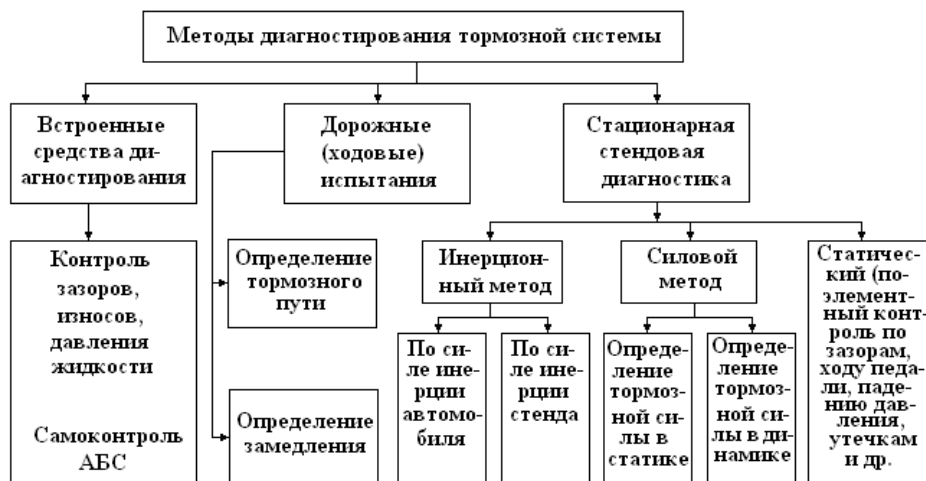


Рис. 3.2. Методы диагностики тормозной системы

Задача диагностирования заключается в выявлении всего множества неисправных состояний тормозной системы. Часть их может быть обнаружена непосредственным наблюдением или измерением. Большая часть неисправностей определяется по диагностическим параметрам и косвенным проявлениям (табл. 3.4, рис. 3.3) [43].

Таблица 3.4

Диагностические параметры и средства для их измерения

Эксплуатационные свойства автомобиля	Диагностические параметры	Средства диагностирования	
		специализированные	универсальные
Тягово-экономические	$N_K, P_K, v_a, P_f, s_o, S_P, t_P, j_P, CO, A, Q$	Стенд тяговых качеств	Комбинированный стенд
Тормозные	P_T, s_T, s_3, t_3, j_3	Тормозной стенд	То же
Ходовые	P_o	Стенд ходовых качеств	«»



Рис. 3.3. Диагностические параметры тормозной системы

Основными измеряемыми параметрами тормозной эффективности рабочей и запасных тормозных систем являются тормозной путь, тормозная сила и замедление или отношение полной тормозной силы к полному весу автомобиля (общая удельная тормозная сила).

Для проверки рабочей тормозной системы на дороге достаточно измерить тормозной путь или два определяющие его параметра: установившееся замедление на дороге и условное время срабатывания, Последнее практически невозможно, необходимо измерить время запаздывания и время нарастания, чтобы найти момент времени замедления (t_{Π}). Чтобы проверить рабочую тормозную систему на стенде на соответствие стандарту, нужно по каждому колесу измерить тормозную силу и время срабатывания (см. подраздел 3.3).

Основными диагностическими параметрами (табл. 3.4) эксплуатационных свойств автомобиля являются: колесная мощность N_K и ее производные; скорость движения v_a ; сила тяги P_K ; сопротивление движению P_f и выбег s_6 ; путь S_p , время t_p и ускорение j_p разгона; удельный расход топлива Q на характерных скоростных и нагрузочных режимах; тормозной путь s_T ; тормозные силы P_T ; путь s_z , время t_z и величина замедления j_z ; боковые силы P_6 , действующие в пятне контакта шин с дорогой; токсичность отработавших газов CO; уровень шума А.

Состояние отдельных элементов привода определяется по времени срабатывания, а колесного механизма – по замедлению на барабанном стенде. Значения основных диагностических параметров замедления и времени срабатывания тормозной системы определяются на инерционных стендах по показаниям приборов.

Средства диагностирования. Классификация средств технического диагностирования тормозов автомобилей приведена на рис. 3.4. Для диагностирования тормозных систем применяются стационарные стенды раннего выпуска КИ-12372, КИ-8938 и др., а также современные системы фирмы BOSCH серии BSA 4310, 4311, 4340, 4341, 4340 SI, BSA 250, 251; производства России серии CTC, CTM (табл. 3.5, 3.6). Проверка компонентов осуществляется переносными и подвижными универсальными модульными системами и комплексами, выпускаемые фирмами BOSCH (серия KTS, модули FSA), SUN, Nextech, Теха, Autologic [5], которые имеют функции многоканального осциллографа, мультиметра, диагностические тестеры, сканеры. Ко многим таким системам можно подключать любые периферийные устройства.

Таблица 3.5

Техническая характеристика стенда типа CTC-2 для контроля тормозных систем автомобилей

Параметры	Значение
Нагрузка на ось по каждому колесу	2 т
Начальная скорость торможения	4 км/ч
Тормозная сила	2×600 кгс
Диаметр колес	580-790 мм
Мощность привода	2×3 кВт
Масса с опорным устройством, силовым шкафом и стойкой управления с информационным табло	990 кг

Таблица 3.6

**Техническая характеристика тормозного стенда фирмы BOSCH
типа BSA-250 (251)**

Параметры	Значение
Максимальная нагрузка на ось по каждому колесу	До 3 (4) т
Максимальная сила торможения по каждому колесу	До 5 (6) кН
Рабочая скорость	3,3 (5) км/ч
Наименьший диаметр колеса	440 мм или 10"
Наибольший диаметр колеса	800 мм или 18"
Коэффициент сцепления на влажном/сухом покрытии	$\geq 0,5/\geq 0,7$
Диаметр роликов	200 мм
Мощность электродвигателя привода	2х2,5 кВт
Масса	370 кг

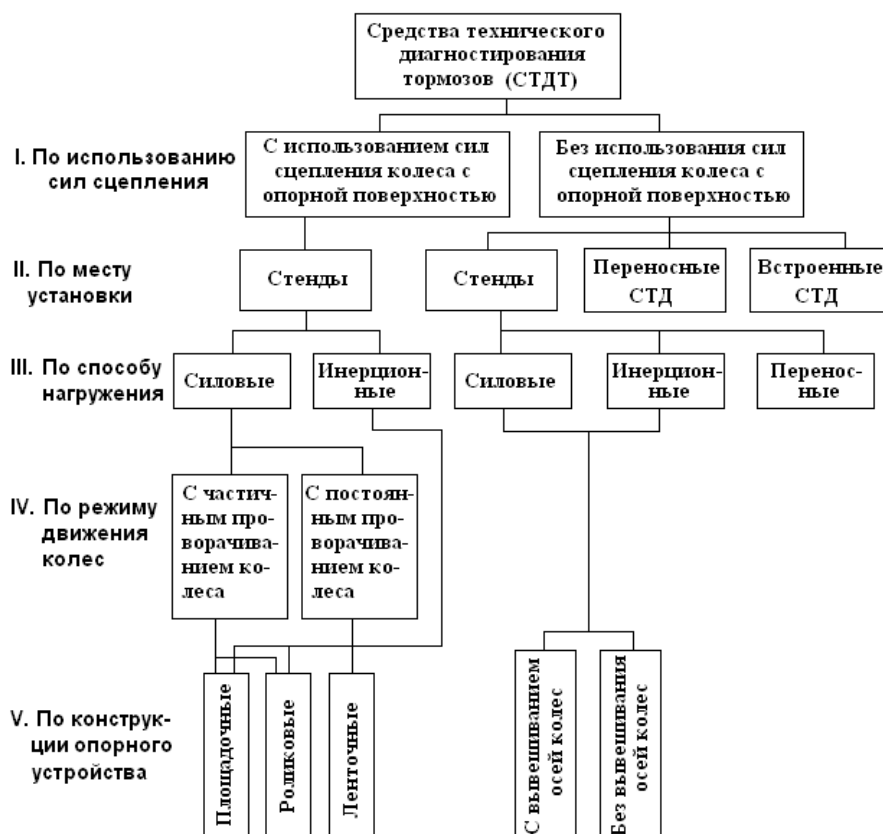


**Рис. 3.4. Классификация средств технического диагностирования
тормозов автомобилей**

3.2.5. Методы определения отказов (неисправностей) тормозных систем по граф-моделям причинно-следственных связей

На рис. 3.5 показана процедура построения граф-модели в пространстве свойств функционирования тормозной системы грузового автомобиля с пневматическим приводом.

Первоначально при синтезе модели производится выбор множества наиболее существенных свойств функционирования объекта. На функциональной схеме объекта цифрами обозначаются основные функциональные элементы, а символами $x_{01}, x_{02}, x_1 \dots x_6$ – связи между ними (рис. 3.5, а, б). Основные функциональные свойства объекта представлены на модели величинами x_i в виде вершин графа (рис. 3.5, в) [8, 27].

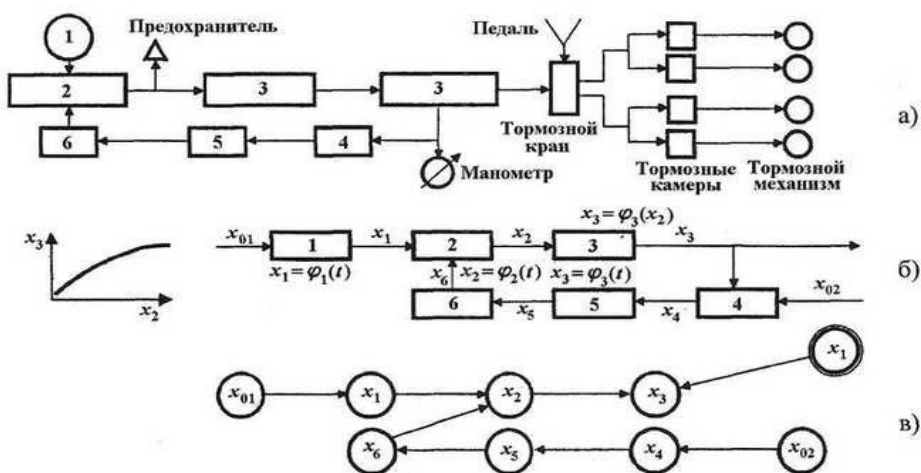


Рис. 3.28. Построение граф-модели в пространстве свойств:

а, б – функциональные схемы объекта; в – граф-модель объекта в пространстве свойств; 1 – привод компрессора; 2 – компрессор; 3 – баллоны ресивера; 4 – регулятор; 5 – камера диафрагмы; 6 – разгрузочные клапаны; x_{01} – вращательное движение коленчатого вала двигателя; x_{02} – установка необходимого давления в пневмосистеме; x_1 – передача вращения на компрессор; x_2 – производство сжатого воздуха; x_3 – аккумуляция давления в ресивере; x_4 – воздействие регулятора; x_5 – перемещение диафрагмы; x_6 – воздействие клапанов разгрузки на компрессор; x_7 – негерметичность пневмосистемы

На втором этапе осуществляется выделение причинно-следственных связей между свойствами объекта. Если соединить ребрами вершины с учетом причинно-следственных связей, получим граф-модель функционирования объекта в пространстве свойств.

На третьем этапе синтеза модели выполняются уточнение граф-модели и более детальный анализ свойств с учетом возможных неисправностей (например, наличие негерметичности системы x_7). При этом любое свойство x_i первоначальной модели заменяется характеризующими его параметрами (рис. 3.6, б).

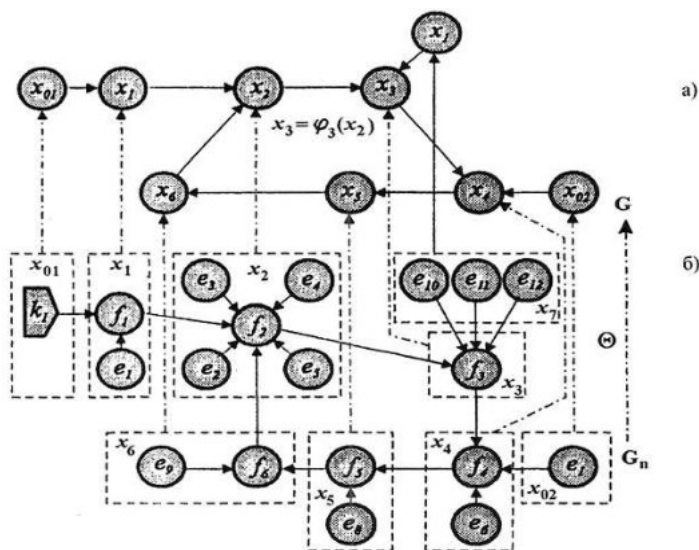


Рис. 3.6. Построение граф-модели в пространстве параметров:

а – в пространстве свойств; б – в пространстве параметров; x_{01} – вращательное движение коленчатого вала; x_{02} – установка необходимого давления в пневмосистеме; x_1 – передача вращения на компрессор; x_2 – производство сжатого воздуха; x_3 – аккумуляция давления в ресивере; x_4 – воздействие регулятора; x_5 – перемещение диафрагмы; x_6 – воздействие клапанов разгрузки на компрессор; x_7 – негерметичность пневмосистемы; f_1 – частота вращения вала компрессора; f_2 – полезная производительность компрессора в единицу времени; f_3 – давление воздуха в системе; f_4 – степень срабатывания регулятора; f_5 – перемещение диафрагмы; f_6 – степень открывания клапанов разгрузки; e_1 – натяжение приводного ремня; e_2 – герметичность сопряжения клапан-седло разгрузочных клапанов компрессора; e_3 – герметичность задней стенки картера компрессора; e_4 – суммарный зазор поршень-цилиндр; e_5 – состояние нагнетательных клапанов; e_6 – техническое состояние регулятора давления; e_7 – номинал срабатывания регулятора (уставки); e_8 – состояние диафрагмы; e_9 – регулировка, состояние привода разгрузочных клапанов; e_{10} – регулировка, состояние вентиля; e_{11} – герметичность сопряжения клапан-седло вентиля; e_{12} – герметичность соединительных трубопроводов; k_1 – частота вращения коленчатого вала двигателя

При решении задач диагностирования необходимо переходить к модели пространства параметров, что составляет четвертый этап синтеза граф-модели.

В пневматических тормозных системах насчитывается около тридцати основных параметров, которые необходимо учитывать при диагностировании системы. Любая неисправность оказывает влияние на эффективность работы тормозов. Например (рис. 3.6), давление в баллоне ресивера x_3 (f_3) зависит от состояния вентиля (e_{10}), герметичности сопряжения клапан-седло вентиля (e_{11}), герметичности соединительных трубопроводов (e_{12}) и от производительности (исправности) компрессора в единицу времени (f_2), которая, в свою очередь, зависит от герметичности сопряжения клапан-седло разгрузочных клапанов компрессора (e_2), герметичности задней стенки картера компрессора (e_3), суммарного зазора поршень-цилиндр (e_4), состояния нагнетательных клапанов

(e_5), частоты вращения вала компрессора (f_1) и натяжения приводного ремня (e_1).

3.3. Контроль и диагностирование тормозов по нормативным параметрам

3.3.1. Классификация транспортных средств и нормативы контроля технического состояния

В Украине разработаны следующие стандарты:

- ДСТУ 2886-94 Автотранспортні засоби. Гальмові властивості. Терміни та визначення;
- ДСТУ 2919-94 Автотранспортні засоби. Гальмові системи. Терміни та визначення;
- ДСТУ 3333-96 Стенди роликів для перевірки гальмових систем;
- ДСТУ 3649:2010. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо технічного стану та методи контролювання.

Показатели и нормативы. Измерителями тормозных свойств автомобиля являются замедление при торможении j_3 , м/с²; время торможения $t_{\text{тор}}$, с; тормозной путь $S_{\text{тор}}$, м. Наиболее важное значение из указанных измерителей имеют замедление и тормозной путь.

В соответствии с ДСТУ 3649:2010 техническое состояние тормозных систем определяется эффективностью торможения рабочей тормозной системы (РТС), стояночной тормозной системы (СТС), износостойкой тормозной системы (ИТС); герметичностью пневматического и пневмогидравлического привода.

Поскольку нормативы тормозных свойств устанавливаются для разных категорий колесных транспортных средств (КТС), рассмотрим классификацию КТС по категориям (табл. 3.7).

Таблица 3.7

Классификация колесных транспортных средств

М	Самоходные КТС (автомобили или автомобильные транспортные средства), имеющие не менее четырех колес и предназначенные для перевозки пассажиров (легковые автомобили, микроавтобусы, автобусы, троллейбусы)
M_1	КТС, предназначенные для перевозки пассажиров и имеющие не более восьми мест (без учета места водителя)
M_2	КТС, предназначенные для перевозки пассажиров и имеющие более восьми мест (без учета места водителя) и максимальный вес не более пяти тонн
M_3	КТС, предназначенные для перевозки пассажиров и имеющие более восьми мест (без учета места водителя) и максимальный вес более пяти тонн
Н	Самоходные КТС (автомобили или автомобильные транспортные средства), имеющие не менее четырех колес и предназначенные для перевозки грузов (грузовые автомобили, тягачи – седельные или балластные)
N_1	КТС, предназначенные для перевозки грузов, максимальный вес которых не превышает 3,5 тонны
N_2	КТС, предназначенные для перевозки грузов, максимальный вес которых более 3,5 тонн, но не превышает 12 тонн

N ₃	КТС, предназначенные для перевозки грузов, максимальный вес которых превышает 12 тонн
О	Несамостоятельные КТС – прицепы (а также полуприцепы)
O ₁	Прицепы, имеющие максимальный вес не более 0,75 тонны
O ₂	Прицепы с максимальным весом более 0,75 тонны, но не превышающим 3,5 тонны
O ₃	Прицепы с максимальным весом более 3,5 тонн, но не превышающим 10 тонн
O ₄	Прицепы с максимальным весом более 10 тонн
<i>Примечание.</i> Для определения КТС повышенной проходимости используют обо значение «G» в совокупности с обозначением «M» или «N». Например КТС категории N ₁ , который можно отнести к КТС повышенной проходимости, обозначают так: N ₁ G.	

Контроль эффективности торможения РТС методом дорожных испытаний осуществляется по значению тормозного пути КТС. Значения тормозного пути КТС должны соответствовать приведенным в табл. 3.8.

Таблица 3.8

Нормативы тормозного пути

Тип КТС	Категории КТС (тягача)	Тормозной путь (S ₀) для начальной скорости торможения (V ₀), не более, чем, м*	
		V ₀ =40 км/час	V ₀ ≠40 км/час
Одиночные	M ₁	14,7	V ₀ ×(0,10+V ₀ /150)
	M ₂ , M ₃ , N ₁ , N ₂	18,3	V ₀ ×(0,15+V ₀ /130)
	N ₃	19,5	V ₀ ×(0,18+V ₀ /130)
Автопоезда	M ₁	16,6	V ₀ ×(0,15+V ₀ /150)
	M ₂ , M ₃ , N ₁ , N ₂ , N ₃	19,5	V ₀ ×(0,18+V ₀ /130)
* Для КТС выпуска до 1988 г. допускают увеличение тормозного пути до 10%			

Нормативы установившегося замедления КТС (j_{ycm}) и длительности срабатывания тормозной системы приведены в табл. 3.9.

Таблица 3.9

Нормативы устойчивого торможения

Категории КТС	Установившееся торможение (j_{ycm}), м/с ² , не менее, чем	Длительность срабатывания тормозной системы, с, не более, чем ⁶⁾
M ₁ , M ₁ G	5,0	0,8 ⁵⁾
M ₂ , M ₂ G, M ₃ , M ₃ G	5,0 ¹⁾	
N ₁ , N ₁ G	5,0 ²⁾	
N ₂ , N ₂ G, N ₃ , N ₃ G	4,5 ³⁾	
O ₁ , O ₂ , O ₃ , O ₄	4,5 ⁴⁾	

¹⁾ Для КТС, не оснащенных антиблокировочной тормозной системой, (j_{ycm})≥4,8 м/с²;

²⁾ Для КТС, выпущенных до 1988 года, (j_{ycm})≥4,5 м/с²;

³⁾ Для КТС, выпущенных до 1988 года, (j_{ycm})≥4,3 м/с²;

⁴⁾ Для КТС, выпущенных до 1988 года, (j_{ycm})≥4,0 м/с²;

⁵⁾ Для КТС и автопоездов с гидравлическим приводом – не более 0,5 с;

⁶⁾ Для КТС, выпущенных до 1988 года, возможно увеличение норматива длительности срабатывания на 10%.

Для КТС выпуска до 1988 года допускается отклонение от нормативов на 10% (увеличение норматива тормозного пути и времени срабатывания, уменьшение норматива установившегося замедления).

Дорожные испытания проводятся в соответствии с ДСТУ 3649:2010.

При стендовых испытаниях критерием эффективности торможения РТС является значение общей удельной тормозной силы и времени срабатывания тормозной системы на стенде, а для КТС категории О с инерционной РТС – только значение общей удельной тормозной силы. Для автопоездов дополнительным критерием является значение коэффициента совместимости и асинхронности времени срабатывания звеньев РТС.

Общая удельная тормозная сила (γ_T) должна отвечать нормативам, приведенным в табл. 3.10.

Таблица 3.10

Нормативы общей удельной тормозной силы

Категория КТС	Общая удельная тормозная сила (γ_T), не менее, чем	Коэффициент неравномерности тормозных сил колес оси, %, не более	Длительность срабатывания тормозных сил на стенде, с, не более, чем ^{7), 8)}
M ₁ , M ₁ G	0,5	30	0,8 ⁶⁾
M ₂ , M ₂ G, M ₃ , M ₃ G	0,5 ¹⁾		
N ₁ , N ₁ G	0,5 ²⁾		
N ₂ , N ₂ G, N ₃ , N ₃ G	0,45 ³⁾		
O ₁ , O ₂ , O ₃ , O ₄	0,43 ^{4), 5)}		
¹⁾ Для КТС, не оснащенных антиблокировочной тормозной системой, $\gamma_T \geq 0,48 \text{ м/с}^2$;			
²⁾ Для КТС, выпущенных до 1988 года, $\gamma_T \geq 0,45 \text{ м/с}^2$;			
³⁾ Для КТС, выпущенных до 1988 года, $\gamma_T \geq 0,43 \text{ м/с}^2$;			
⁴⁾ Для КТС, выпущенных до 1988 года, $\gamma_T \geq 0,40 \text{ м/с}^2$;			
⁵⁾ Для КТС с инерционной РТС $\gamma_T \geq 0,40 \text{ м/с}^2$ (по значению толкательного усилия в сцепном устройстве, Н, не более, чем для прицепов с центральной или спаренными осями – $0,1 \times M \times g$, для двухосных прицепов $0,067 \times M \times g$);			
⁶⁾ Для КТС с гидравлическим приводом – не более, чем 0,5 с;			
⁷⁾ Для категории О с инерционной РТС;			
⁸⁾ Для КТС, выпущенных до 1988 года, возможно увеличение норматива длительности срабатывания на 10%.			

Зависимость коэффициента сцепления от дорожного покрытия и состояния шин приведена в табл. 3.11.

Таблица 3.11

Зависимость коэффициента сцепления от состояния дорожного покрытия и состояния шин

Состояние дорожного покрытия	Состояние шин	Коэффициент сцепления
Сухое дорожное покрытие	Новые шины	1,0 (самый высокий)
Загрязненная дорога	Новые шины	0,9
Сухое дорожное покрытие	Старые, изношенные шины	0,8
Загрязненная дорога	Старые, изношенные шины	0,7
Гравий	Новые шины	0,6
Гравий	Старые, изношенные шины	0,5
Мокрая дорога	Новые шины	0,4

Состояние дорожного покрытия	Состояние шин	Коэффициент сцепления
Мокрая дорога	Старые, изношенные шины	0,3
Лед	Новые шины	0,2
Лед	Старые, изношенные шины	0,1 (самый низкий)

Механические компоненты тормозных систем. Как управление направлением и ускорение, так и торможение является одной из наиболее часто используемых функций во время движения. Компоненты тормозной системы должны преобразовать усилие, создаваемое ногой водителя, в максимально оптимальное тормозное усилие во время всего цикла движения.

3.3.2. Контроль тормозных механизмов и привода тормозов

Контроль тормозной жидкости. Задача тормозной жидкости передавать давление, создаваемое в главном тормозном цилиндре, без каких либо потерь.

Тормозная жидкость должна регулярно проверяться на соответствие точки закипания, посторонних включений (грязи). Проверять состояние жидкости можно, например, тестером BOSCH. Некачественная тормозная жидкость приводит к неисправностям главного тормозного цилиндра, недостаточной эффективности торможения.

Вода, попадая в элементы тормозной системы, вызывает коррозию металлических и износ резиновых компонентов, что приводит к нарушению функционирования тормозной системы, подклиниванию поршней тормозного цилиндра. Тормозные системы с электроникой (ESP, ABS) имеют каналы маленького сечения и электромагнитные клапаны в гидромодуле, которые могут быть повреждены некачественной тормозной жидкостью.

Тормозная жидкость должна иметь минимальную сжимаемость, высокую температуру кипения, совместимость с материалами тормозной системы, поглощать частицы износа, связывать влагу с тем, чтобы воспрепятствовать образованию капель воды. Вода образуется вследствие попадания воздуха через отверстия расширительного бака и тормозные шланги, что может приводить к формированию паровых пробок.

Контроль тормозной системы необходимо начинать с контроля уровня тормозной жидкости в бачке (доводя его при необходимости до нормы), а также герметичности и состояния трубопроводов. Исправность сигнализатора уровня проверяют нажатием на толкатель на крышке бачка. В случае нарушения герметичности тормозной системы необходимо провести ее прокачку для удаления воздуха (рис. 3.7).

В крупных АТП для удаления воздуха из тормозной системы используют передвижную установ-

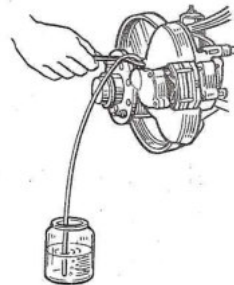


Рис. 3.7. Удаление воздуха из гидравлического привода тормозов

ку С-905, которая имеет дополнительный бачок и систему шлангов для сбора отработавшей жидкости из гидросистемы тормозных механизмов.

В двухконтурных тормозных системах каждый контур следует прокачивать отдельно. У автомобилей с гидровакуумным усилителем прокачку рекомендуется начинать с дополнительного цилиндра усилителя, используя перепускные клапаны.

В процессе прокачки необходимо следить, чтобы уровень жидкости в бачке был достаточным, так как подсос воздуха при «сухом» дне вызовет необходимость повторной прокачки. По окончании прокачки системы по карандашной метке восстановить уровень жидкости в бачке. Жидкость, выпущенную из тормозной системы во время прокачки, в дальнейшем использовать не рекомендуется. Если тормозная система прокачана недостаточно хорошо, то при нажатии на педаль тормоза будет ощущаться в конце ее хода повышенная мягкость, тем большая, чем больше воздуха осталось в системе.

Проверка давления. Различают два вида проверки давления – низкого и высокого. Проверка низкого давления должна проводиться до проверки высокого давления. Проверка высокого давления производится после всех процедур обслуживания тормозной системы. Компоненты проверяются на герметичность, а также включение стоп-сигналов (на автомобилях с гидравлическим выключателем) и функционирование регулятора мощности тормоза. Манометр подключается к проверяемой тормозной системе, для проверки регулятора тормозных сил подключаются два манометра. Манометры подключаются к штуцерам прокачки.

При проверке низкого давления устанавливается давление 0,2-0,5 МПа, которое должно удерживаться в течение 5 мин.

Проверка предварительного давления производится после отпускания педали. Устанавливается остаточное давление от 0,04 до 0,17 МПа и таким образом проверяется герметичность колесных цилиндров и клапана предварительного давления. Это давление не должно опускаться ниже 0,04 МПа в течение 5 минут.

Проверка высоким давлением осуществляется установкой с помощью педали давления 5-10 МПа, которое не должно падать более чем на 10% за 10 мин.

Контроль дискового и барабанного тормоза. Контроль биения тормозного диска по отношению к плоскости его вращения (рис. 3.8, а) проводят, не снимая диска с автомобиля стрелочным индикатором. Если его биение больше допустимого, необходимо перешлифовать диск, но с учетом сохранения минимально допустимой толщины, указанной изготовителем.

Максимальное боковое биение ступицы установки тормозного диска должно быть не более 0,02 мм (если другое значение не предусмотрено изготовителем).

В некоторых автомобилях предусмотрена частичная регулировка колесных тормозных механизмов задних колес. Регулировка предусматривает подвод колодок к тормозным барабанам, в основном в верхней части, возле колесного тормозного цилиндра. Колеса перед регулировкой должны быть вы-

вешены. Регулировку производят, медленно вращая регулировочный эксцентрик 5 (рис. 3.8, а) за шестигранную головку болта.

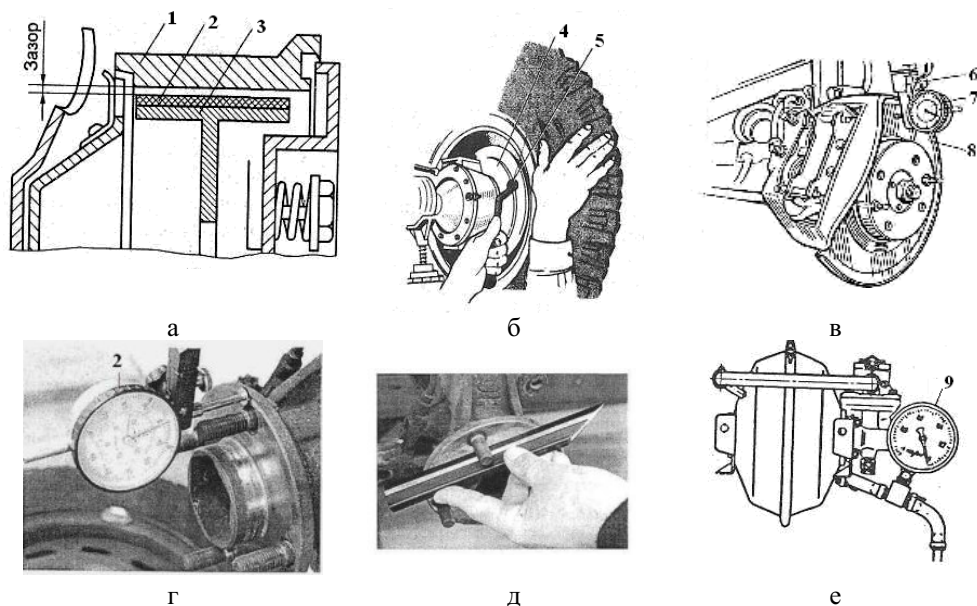


Рис. 3.8. Проверка (а) и регулировка (б) зазора между тормозной колодкой и барабаном, проверка тормозного диска на автомобиле (в), плоскости прилегания ступицы (г, д) и гидровакуумного усилителя с помощью вакуумметра (е):

1 – барабан тормозного механизма; 2 – фрикционная накладка; 3 – тормозная колодка; 4 – опорный диск; 5 – регулировочный эксцентрик; 6 – индикаторная стойка, закрепленная на телескопической стойке передней подвески; 7 – индикатор; 8 – тормозной диск; 9 – манометр

При повышенном износе накладок тормозных колодок до 1,5-2,0 мм для передних и до 2 мм задних тормозов или в случае, если в накладках есть дефекты (трещины, сколы и т. п.), тормозные колодки надо заменить.

Облом штифта тормозной скобы сопровождается визгом при торможении в результате заклинивания суппорта. Причинами такой неисправности может быть неправильная установка пыльника направляющей, недостаточной смазки направляющей, что приводит к коррозии, заклиниванию направляющей и поломке штифта при торможении.

Разрушение и трещины колодок приводят к снижению эффективности тормозов, увеличению времени торможения, сильному шуму и визгу. Коррозия тормозного диска, которая может возникать при длительной стоянке, приводит к повышенному шуму и визгу при торможении. При жалобах на биеение рулевого колеса сначала необходимо проверить шины и боковое биеение тормозного диска.

Допустимое боковое биеение 0,100 мм (максимально, если производитель не указал другого значения). В случае если значение выше, необходимо предпринять следующие меры:

- проверить плоскость поверхности ступицы;
- повторно установить тормозной диск на очищенную ступицу;
- проверить тормозной диск на ступице;
- выровнять поверхность при помощи проточки на станке или заменить тормозной диск.

Контроль вакуумных усилителей. Во всех тормозных системах с вакуумным усилителем тормозов, между впускным коллектором бензинового двигателя или вакуумного насоса в случае дизельных двигателей и усилителем устанавливается обратный клапан.

Пока генерируется вакуум, обратный клапан остается открытым. Он закрывается, когда двигатель выключается, и вакуум сохраняется в усилителе тормозов.

В транспортных средствах с бензиновыми двигателями вакуумный обратный клапан препятствует попаданию паров топлива в усилитель и повреждению резиновых деталей. Более того, он должен ослабить пульсации.

Вакуумный клапан должен устанавливаться по стрелкам или темной стороной в направлении создания вакуума (в вакуумной линии).

Если усилитель тормозов заменяют, то вакуум обратный клапан должен быть также заменен. В большинстве случаев неисправность вакуумного усилителя может быть следствием неисправности обратного клапана. Причинами неисправности может быть неисправный, негерметичный, поврежденный при монтаже вакуумный шланг. Тестирование осуществляют вакуумным манометром (максимум 0,08 МПа).

Вакуум присутствует при обратном закрытом клапане после 12 часов выключенного двигателя. При неисправном обратном клапане масло может попадать из вакуумного насоса в вакуумный усилитель по магистрали и через клапан. Неисправность обратного клапана может быть вызвана разрушением мембраны вакуумного усилителя. Если за клапаном присутствует масло, то необходимо:

- проверить вакуумный насос;
- проверить уплотнение в клапане;
- заменить клапан и магистраль.

Для проверки состояния гидровакуумного усилителя (рис. 3.8, е) используют тройник, устанавливаемый в систему трубопроводов, которые идут от впускного коллектора двигателя к корпусу мембраны усилителя. Постепенно повышая частоту вращения коленчатого вала двигателя, тем самым увеличивая разрежение во впускном коллекторе, по стрелке прибора определяют, при каком значении работает мембрана усилителя.

3.3.3. Дорожный контроль технического состояния тормозных систем

Общее диагностирование автотранспортных средств (АТС) в дорожных условиях может осуществляться с помощью переносных и встроенных (бортовых) приборов и различных диагностических устройств, установленных непосредственно на машине.

Общее диагностирование тормозной системы в дорожных условиях может осуществляться следующими способами: визуально по тормозному пути и синхронности начала торможения всеми колесами; при помощи переносных приборов по максимальному замедлению; при помощи встроенных приборов по сигналу о достижении параметром предельной величины.

Действующие стандарты ДСТУ 3649-97, ДСТУ 3649:2010 по проверке рабочих тормозных систем предусматривают их испытания в дорожных условиях с регистрацией тормозного пути для различных типов и категорий автомобильных средств. Техническое состояние автомобиля оценивается по фактическому значению тормозного пути, который не должен превышать нормативные значения, указанные в табл. 3.8.

Дорожные испытания рабочей тормозной системы выполняются на прямом горизонтальном участке сухой и чистой дороги с твердым цементным или асфальтобетонным покрытием в снаряженном состоянии дорожного транспортного средства с водителем и средствами измерений (в случае необходимости и с оператором-испытателем) при «холодных» тормозных механизмах, нормативном давлении в шинах и скорости движения в начале торможения в пределах 40–45 км/ч. За «холодные» тормозные механизмы принимается рабочая тормозная система, которая не использовалась на протяжении 30–40 мин. Согласно Правил 13 ЕЭК ООН, распространяющимся на новые автомобили, тормоз считается холодным, если наружная поверхность тормозного барабана имеет температуру не более 100°.

При разгоне до скорости 40 км/ч и экстренном торможении рабочей тормозной системой тормозной путь, измеренный с помощью «пятого колеса» или каким-либо другим способом, должен быть для легкового автомобиля с полной массой не более 16,2 м и 14,5 м – для автомобилей в снаряженном состоянии с учетом веса водителя.

Время полного приведения в действие органа управления тормозной системой не должно превышать 0,2 с. При этом эффективность торможения АТС оценивается по двум показателям: установившемуся замедлению и тормозному пути или времени срабатывания тормозной системы вместо «тормозного пути».

В соответствии с ДСТУ 3649:2010 оборудованные автоматизированными тормозными системами АТС в снаряженном состоянии при начальной скорости торможения не менее 40 км/ч должны двигаться в пределах нормативного коридора шириной 3 м без видимых следов увода и заноса, а их колеса не должны оставлять следов юза на дорожном покрытии до момента отключения АБС при скорости 10–15 км/ч.

При дорожных испытаниях одновременность действия тормозных механизмов правых и левых колес оценивается тем, что для сохранения прямолинейности в процессе торможения водитель не должен исправлять траекторию движения. Установлены линейные отклонения для транспортных средств с определенными габаритами (1,25–1,75 м).

При дорожных испытаниях в процессе торможения рабочей тормозной системой погрешность измерения не должна превышать: тормозного пути $\pm 5\%$; линейного отклонения $\pm 5\%$; начальной скорости торможения $\pm 1,5$ км/ч;

тормозной силы $\pm 5\%$; времени срабатывания тормозной силы и тормозного привода $\pm 0,03$ с.

Произвести диагностирование тормозных систем в дорожных условиях можно и по конструктивно встроенным приборам, выдающим информацию об износе тормозных накладок, уровне тормозной жидкости, давлении в пневмо- или гидроприводе, работе ручного тормоза, неисправности антиблокировочных устройств и др. Эти системы диагностики, состоящие из бортовых датчиков и указателей на панели приборов или аварийных сигнализаторов, обеспечивают постоянное слежение за состоянием и работой тормозных систем.

Эффективность рабочей тормозной системы транспортных средств может быть оценена и по показателям в соответствии с ДСТУ 3649:2010:

- нарушена герметичность гидравлического тормозного привода;
- нарушение герметичности пневматического и пневмогидравлического тормозных приводов вызывает падение давления воздуха при неработающем двигателе на 0,05 МПа и более за 15 мин после полного приведения их в действие, утечки сжатого воздуха из колесных тормозных камер;
- не действует манометр пневматического или пневмогидравлического тормозных приводов.

Состояние рабочей тормозной системы оценивается по фактическому значению тормозного пути, который не должен превышать норматив, указанный в табл. 3.8.

Усилие на тормозной педали для дорожно-транспортных средств (ДТС) категории М не должно превышать 490 Н.

Согласно ДСТУ 3649:2010 допускается оценивать работоспособность рабочей тормозной системы по установившемуся замедлению дорожно-транспортных средств ($j_{\text{уст}}$).

Особенностью диагностирования автоматизированных тормозных систем, в отличие от проверки тормозных систем, не имеющих в своем составе АБС или других автоматических систем, является то, что при испытании последних необходимо использовать предельные из реально возможных коэффициентов сцепления, а также их различные сочетания, т. е. «высокое» сцепление по всей площади участка дороги должно соответствовать коэффициентам продольного сцепления не менее 0,8, а «низкое» должно составлять не более 0,3 и соответствовать естественному покрытию дороги «укатанный снег».

Для получения покрытий с «высоким» сцеплением на испытательных дорогах используется песчаный асфальт, коэффициент сцепления которого для обычных шин и влажной поверхности составляет 0,8. «Низкое» сцепление обеспечивается покрытиями в виде укатанного снега, имеющего коэффициент сцепления 0,2-0,3, или гладкого льда с коэффициентом сцепления 0,10-0,15.

Стояночная тормозная система, вспомогательная тормозная система и аварийная тормозная система. В качестве аварийной тормозной системы обычно используется один из контуров многоконтурной рабочей тормозной системы, который остается работоспособным при неисправности другого контура. Вспомогательная тормозная система – это либо та же стояночная тормозная система, либо, в большинстве случаев, моторный тормоз, обычно на дизельных грузовых автомобилях и автобусах, а в последнее время и на легко-

вых автомобилях (например, на некоторых модификациях ВАЗ-2109). Вспомогательная тормозная система необходима для того, чтобы снизить скорость дорожно-транспортного средства, не нагревая трущиеся пары рабочей тормозной системы.

Новое поколение Volkswagen Passat оснащается электронным стояночным тормозом EPB (Elektronische ParkBremse). На обоих суппортах шестнадцатидюймовых дисковых тормозных механизмов задних колес расположено по актуатору (исполнительному механизму сервопривода), которые прижимают тормозные накладки механизмов и препятствуют движению автомобиля во время стоянки. Электронный стояночный тормоз EPB, который производит фирма TRW Automotive, включается посредством простого нажатия на клавишу.

Эффективность стояночной тормозной системы определяется по параметрам обеспечения неподвижного состояния:

- транспортных средств с полной нагрузкой категорий М и N на уклоне до 16% включительно не менее 5 мин;
- легковых автомобилей и автобусов категории М в снаряженном состоянии на уклоне до 23% включительно;
- грузовых автомобилей и автопоездов категории N в снаряженном состоянии на уклоне до 31% включительно. Причем испытания следует проводить для двух положений дорожно-транспортного средства на уклоне: передними колесами вверх и вниз. Усилие на органе управления не должно превышать 392 Н для категории М₁ и 588 Н для других категорий. При испытаниях на стенде значение общей удельной тормозной силы должно быть не менее 0,16 (от полного веса).

Проверку вспомогательной тормозной системы стандарт предусматривает только методом дорожных испытаний. В диапазоне от 35 до 25 км/ч установившееся замедление должно быть не менее 0,5 м/с² для дорожно-транспортного средства полной массы, 0,8 м/с² для дорожно-транспортного средства в снаряженном состоянии.

Недействующими считаются тормозные системы, которые не позволяют водителю остановить транспортное средство или осуществить маневр при движении с минимальной скоростью.

Оценка герметичности тормозных систем автомобилей может выполняться проведением таких операций:

- если тормозная педаль в процессе нескольких последовательных нажатий незначительно увеличивает свой ход и ее жесткость мало изменяется, то возможна внутренняя межслойная потеря герметичности шлангов. При удерживании педали в нажатом состоянии такая неисправность может подтверждаться образованием на шланге местных вздутий;
- если энергично и сильно нажать на тормозную педаль и удерживать ее под большим усилием, а педаль при этом будет постоянно опускаться, то наиболее вероятная неисправность – негерметичность гидропривода, что легко установить по наличию тормозной жидкости в районе места течи;
- если после открытия клапана тормозная педаль получила значительный дополнительный ход, то герметичен тот контур, в котором открыт клапан. Ес-

ли дополнительного хода не было, то контур с открытым клапаном негерметичен. Такие операции значительно сокращают поиск неисправности;

- если плавно нажать на тормозную педаль с усилием 150-200 Н и зафиксировать это усилие, а педаль при этом будет продолжать медленно перемещаться, то главная манжета главного цилиндра негерметична.

Негерметичность тормозной системы может проявляться в любых местах нахождения рабочей жидкости, что иллюстрируется простой схемой (рис. 3.9).

Регулирование стояночного тормоза осуществляют при исправной рабочей тормозной систем в следующих случаях:

- после замены тросов привода стояночного тормоза;
- после замены тормозных колодок или тормозных дисков;
- при большом ходе рычага стояночного тормоза.

Определение замедления с использованием деселерометра основано на принципе перемещения маятника, величина которого пропорциональна замедлению при торможении автомобиля. Деселерометр крепится к лобовому или боковому стеклу с помощью присосок. Условия испытания такие же, как и при испытании по определению тормозного пути. Установившееся замедление должно быть не менее $5,0 \text{ м/с}^2$ для автомобилей категории M_1 , M_2 , M_3 , N_1 и $4,5 \text{ м/с}^2$ для автомобилей категории N_2 , N_3 . Условия испытаний по определению тормозного пути и установившегося замедления необходимо согласовывать с действующими стандартами.

Обычно применяют деселерометры инерционного типа, которые укрепляются в кабине на полу или на ветровом стекле присосками. Способ крепления деселерометра и скорость движения автомобиля указываются в инструкции по эксплуатации конкретного прибора. Деселерометры бывают механические, электрические и жидкостные (ртутные). Чувствительным элементом многих деселерометров служит инерционная масса (груз и жидкость), перемещение которой пропорционально замедлению.

Принцип работы механического деселерометра (деселерографа) состоит в перемещении подвижной инерционной массы прибора относительно его корпуса, неподвижно закрепленного на автомобиле. Это перемещение обуславливается действием силы инерции, возникающей при торможении автомобиля и пропорциональной его замедлению.

Деселерометры бывают предельного типа. При достижении установленного замедления в таком приборе загорается сигнальная лампа. Если лампа не загорается, техническое состояние тормозов считается неудовлетворительным.

Простейшим прибором для определения эффективности действия тормозов по замедлению автомобилей является деселерометр мод. 1155 (рис. 3.10).

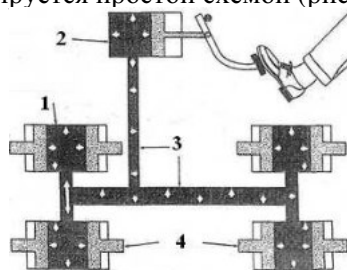


Рис. 3.9. Схема движения тормозной жидкости:

1 – колесные цилиндры; 2 – главный тормозной цилиндр; 3 – тормозной контур или гидропривод; 4 – поршни колесных цилиндров и шарниры

Деселерометр крепят к лобовому или боковому стеклу автомобиля. Замедление измеряют при торможении автомобиля, движущегося со скоростью 30 км/ч по сухому ровному горизонтальному участку дороги. Показания деселерометра сравнивают с данными таблицы, помещенной на крышке корпуса. Пределы измерений от 0 до 8 м/с². Масса прибора 0,28 кг.

В деселерографе – приборе для записи значения замедления в процессе торможения – используется такой же маятник, как в деселерометре. Он связан с каким-либо электромеханическим преобразователем, который выдает непрерывный сигнал, регистрируемый самописцем или компьютером. Полученная тормозная диаграмма позволяет оценить работу тормозной системы автомобиля на дороге. Так же можно записать диаграммы разгона, только абсолютная величина ускорения будет меньше, так как тормозная система мощнее двигателя в 3-4 раза. Поэтому для получения информативной диаграммы разгона нужно задать больший масштаб записи, по сравнению с тормозной диаграммой.

В настоящее время научно-производственная фирма «МЕТА» выпускает электронный деселерометр нового поколения «Эффект», который является самым недорогим портативным измерителем эффективности тормозных систем АТС при дорожном методе испытаний. Точные интегральные датчики ускорения и тензометрические датчики усилий измеряют и рассчитывают параметры эффективности торможения по стандарту. Специальная программа прибора позволяет выводить и записывать в бортовой компьютер текущие значения измеряемых параметров в реальном масштабе времени в виде графиков и таблиц, что позволяет оценивать работоспособность антиблокировочной системы и эффективность работы отдельных контуров тормозной системы при высоких начальных скоростях торможения машины.

Компьютерный измерительный комплекс для проведения дорожных испытаний тормозных систем автотранспортных средств с использованием электронного прибора «Эффект» позволяет проводить исследование влияния выходных параметров тормозного привода на показатели процесса торможения, а также оценивать влияние возникающих в системе неисправностей на показатели эффективности торможения и устойчивости машины при торможении.

При проведении дорожных испытаний тормозных систем автотранспортных средств в составе компьютерного измерительного комплекса (рис. 3.11) используется электронный прибор «Эффект» [42].

Автономная память используемого электронного прибора позволяет сохранять результаты замеров исследуемых диагностических параметров и передавать их по каналу связи RS-232 от цифрового выхода прибора на внешние компьютерные устройства. При этом имеется возможность графической ин-



Рис. 3.10. Деселерометр мод. 1155 (а) и схема механического деселерометра (б):

1 – корпус; 2 – маятник; 3 – поводок; 4 – стрелка; 5 – шкала; 6 – кронштейн; 7 – присоска; 8 – лобовое стекло

терпретации динамики процесса торможения в реальном масштабе времени, а также ввода категорий и параметров испытуемых АТС в память прибора для распечатки протокола дорожных испытаний.

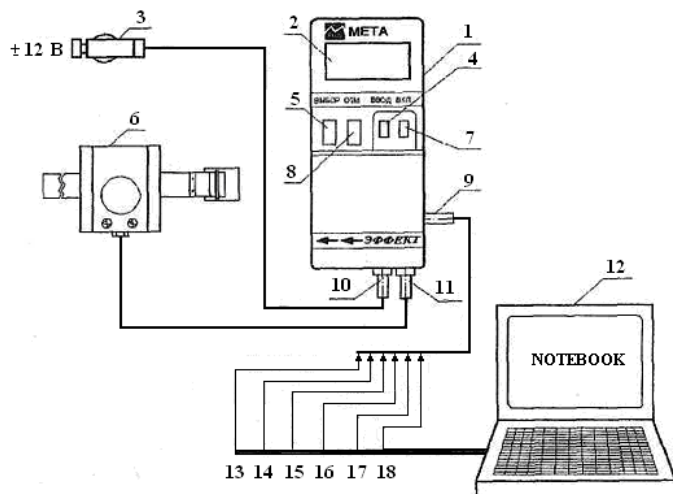


Рис. 3.11. Блок-схема компьютерного измерительного комплекса с электронным прибором «Эффект» фирмы «МЕТА»:

1 – прибор «Эффект»; 2 – индикатор; 3 – разъем для подключения прибора к гнезду прикуривателя; 4 – кнопка «ВВОД»; 5 – кнопка «ВЫБОР»; 6 – датчик усилия на тормозной педали; 7 – кнопка «ВКЛ»; 8 – кнопка «ОТМЕНА»; 9 – разъем для подключения компьютера и принтера; 10 – разъем кабеля питания; 11 – разъем кабеля датчика усилия на педали; 12 – компьютер; 13 – усилие на педали; 14 – линейное отклонение; 15 – замедление; 16 – скорость; 17 – путь; 18 – время

Компьютерный измерительный комплекс обеспечивает расчет нормы тормозного пути для любой скорости начала торможения в пределах окружных скоростей колес до 90 км/ч.

Кроме электронного прибора «Эффект» в рассматриваемый компьютерный измерительный комплекс входит специально разработанный отметчик траектории центра масс (ЦМ) испытуемого АТС, работающий посредством нанесения на дорожное покрытие нитрокраски, и компьютер (ноутбук) 12 (рис. 3.11) [42].

Схема расположения на автомобиле элементов компьютерного измерительного комплекса для проведения дорожных испытаний его тормозной системы показана на рис. 3.12 [42].

Компьютерный измерительный комплекс для дорожных испытаний АТС позволяет измерять параметры процесса торможения машины с точностью, рекомендуемой ДСТУ 3649:2010 (табл. 3.12).

Точность и диапазон измерения диагностических параметров приборов разработанного встроенного регулирующего и диагностирующего бортового устройства также отвечают требованиям действующих стандартов.

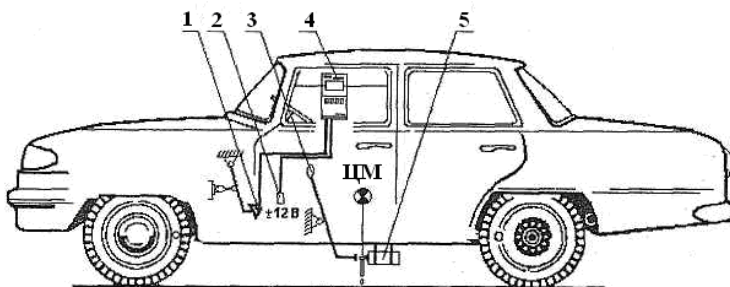


Рис. 3.12. Схема расположения на испытуемом автомобиле элементов компьютерного измерительного комплекса для проведения дорожных испытаний тормозной системы:

1 – датчик усилия на тормозной педали; 2 – источник питания; 3 – рычаг включения датчика траектории центра масс; 4 – электронный прибор «Эффект»; 5 – датчик траектории центра масс (баллончик с нитрокраской)

Таблица 3.12

Техническая характеристика компьютерного измерительного комплекса для дорожных испытаний автотранспортных средств

Параметр	Единица измерения	Диапазон величины	Погрешность
Тормозной путь	м	0-50	$\pm 5\%$
Установившееся замедление	м/с^2	0,0-9,8	$\pm 4\%$
Усилие на органе управления	Н	10-1000	± 5 (7)%
Линейное отклонение	м	0-5	$\pm 1\%$
Угловое отклонение	град	0-90	$\pm 4,7\%$
Интервал времени	с	0-10	$\pm 0,05$
Начальная скорость торможения	км/ч	20-90	± 1

Принятые в работе измерительные комплексы компьютерных роликовых и площадочного испытательных стендов по диагностическим параметрам тормозных систем автотранспортных средств имеют (по данным разработчиков) метрологическую характеристику, приведенную в табл. 3.13.

Таблица 3.13

Метрологическая характеристика компьютерных измерительных комплексов для стендовых испытаний тормозных систем АТС

Параметр	Погрешность, %
Тормозная сила	$\pm 1,7$
Угловая скорость колеса	$\pm 1,0$
Угловая скорость опорного ролика	$\pm 1,0$
Усилие на органе управления	$\pm 5,0$
Весовая нагрузка	$\pm 1,5$

Стандарт ДСТУ 3649:2010 регламентирует точность измерения диагностических параметров, которая приведена в табл. 3.14.

Таблица 3.14

**Точность измерения диагностических параметров тормозных систем АТС
по стандарту при дорожных и стендовых испытаниях**

Параметр	Погрешность
Тормозной путь	$\pm 5,0\%$
Тормозная сила	$\pm 3,0\%$
Установившееся замедление	$\pm 4,0\%$
Усилие на органе управления	$\pm 7,0\%$
Масса транспортного средства	$\pm 3,0\%$
Время срабатывания системы	$\pm 0,1$ с
Время запаздывания системы	$\pm 0,1$ с
Время нарастания замедления	$\pm 0,1$ с
Начальная скорость торможения	$\pm 1,0$ км/ч

Результаты дорожных испытаний автоматизированной тормозной системы автомобиля «Mitsubishi Lancer» представлены в табл. 3.15. Они позволяют констатировать, что эффективность функционирования автоматизированной тормозной системы на дороге с характеристикой, рекомендуемой стандартами, отвечает предъявляемым требованиям, так как тормозной путь испытуемого автомобиля на всех скоростных режимах торможения не превышает нормативной величины.

Таблица 3.15

**Результаты испытаний тормозной системы японского
автомобиля «Mitsubishi Lancer» с антиблокировочной системой**

Параметр	Полученные значения					
Начальная скорость торможения, V_0 , км/ч	23,6	41,9	49,9	62,7	75,7	89,7
Тормозной путь с АБС S_T^{ABC} , м	4,6	14,3	14,6	23,8	31,7	44,8
Тормозной путь без АБС $S_T^{Б.К.}$, м	3,2	8,2	8,6	14,5	19,8	27,4
Норма тормозного пути S_n , м	5,7	14,5	18,1	27,3	38,5	52,6
Установившееся замедление с АБС $j_{уст}^{ABC}$, м/с ²	4,55	4,47	5,80	5,80	5,80	6,08
Установившееся замедление без АБС $j_{уст}^{Б.К.}$, м/с ²	6,15	6,49	6,91	6,91	7,05	7,13
Время срабатывания тормозной системы τ_{CP} , с	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Усилие нажатия на тормозную педаль $F_{П}$, кгс (Н)	32 (314)	33 (324)	31 (304)	36 (353)	35 (343)	33 (324)
Линейное отклонение АТС ζ , м	0,01	0,02	0,05	0,11	0,22	0,34
Угол разворота β , град	0	0	0	1	2	3

Параметр	Полученные значения					
Суммарное отклонение по габариту h_{Σ} , м	0,86	0,87	0,90	0,99	1,12	1,29
Коэффициент $\varepsilon_s = \frac{S_T^{Б.К.} - S_T^{АБС}}{S_T^{Б.К.}}$	0,438	0,744	0,698	0,641	0,601	0,635
Коэффициент $\varepsilon_j = \frac{j_{уст}^{АБС} - j_{уст}^{Б.К.}}{j_{уст}^{Б.К.}}$	0,260	0,311	0,160	0,160	0,177	0,147

Однако тормозной путь автомобиля при отключенной антиблокировочной системе меньше, чем при включенной антиблокировочной системе почти в 1,6 раза, а абсолютные значения замедления несколько больше.

Упомянутое позволяет констатировать, что на дороге с характеристикой, рекомендуемой ДСТУ 3649:2010, антиблокировочная система не повышает эффективность торможения автотранспортного средства, а напротив, увеличивает его тормозной путь из-за дискретного характера торможения.

В то же время, анализируя устойчивость испытуемых автомобилей, оборудованных разными тормозными системами, следует отметить, что при автоматизированной тормозной системе устойчивость машины при экстренном торможении на дороге со сцеплением, рекомендуемым действующим ДСТУ 3649:2010, значительно лучше, чем у автомобиля с неавтоматизированной тормозной системой. Подтверждением этому служат меньшие углы разворота и линейные отклонения АТС с автоматизированной тормозной системой от заданного направления движения, что вытекает из анализа результатов испытаний (табл. 3.15) [42].

По мере снижения сцепления колес с дорогой эффект от использования в тормозных системах АТС антиблокировочных систем и других электронных устройств увеличивается.

Анализ полученных в ходе дорожных испытаний значений параметров процесса торможения автомобилей, оборудованных АБС, показал, что дорожный метод испытаний не решает проблем диагностирования рассматриваемых систем активной безопасности АТС.

Поэтому для достоверного диагностирования современных автоматизированных тормозных систем автотранспортных средств целесообразно использовать метод раздельного диагностирования тормозных систем посредством испытательных стендов, использующих компьютерные технологии, и отдельного диагностирования электронной части тормозной системы при помощи считывающих информацию сканеров или бортовых устройств встроенной диагностики.

Недостатки контроля технического состояния электронной системы АБС автомобиля дорожными методами. В существующих методах контроля технического состояния системы АБС автомобиля еще много неопределенного. В первую очередь это отсутствие традиционных для водителя признаков исправности тормозной системы. При торможении юзом этими признаками часто являются следы, оставленные на поверхности дороги заторможенными

колесами. Эти следы свидетельствуют, во-первых, об эффективности функционирования тормозного привода (тормозной момент на колесах превысил (или нет) максимально возможный в данных условиях тормозной момент относительно сцепления с дорогой). Во-вторых, по оставленным следам юза побочно можно судить о неравномерности действия тормозных механизмов. Неравномерность следов является побудительным мотивом для ТО тормозов или направления автомобиля на стендовую диагностику. При наличии АБС в тормозной системе автомобиля отсутствие следов юза на поверхности дороги расценивается двояко. Это может свидетельствовать об эффективной работе АБС или о недостаточной эффективности функционирования элементов тормозного привода и его неспособности в принципе обеспечить величину максимального момента по сцеплению, что способствует торможению колеса. Однако и в первом случае не все так однозначно: при функционировании АБС оценить степень использования максимального коэффициента сцепления и его соответствие требованиям нормативов водителю по своим ощущениям практически не представляется возможным. Известно, что контроль технического состояния при эксплуатации автомобиля проводится периодически при очередном ТО через определенный пробег или раз на год. Вместе с тем, неисправности (отказ) элементов тормозной системы автомобиля и особенно АБС влекут за собой тяжелые последствия. Производители АБС оснащают ее системой самоконтроля, которая осуществляет проверку исправности электрических цепей и уровня сигнала. Так, обрыв цепи модулятора или датчика немедленно приведет к отключению АБС и подаче предупредительного сигнала водителю. При этом очевидно, что данная система не исключает возможных неисправностей своих элементов. Кроме описанных неисправностей можно добавить, например, такие, как изменение сечения каналов модулятора вследствие их засорения, задержка при срабатывании клапанов, угловая податливость статора датчика АБС, ослабление стягивающих пружин тормозных колодок и т. п. При этом система самодиагностики АБС не подает сигнала о неисправности. Указанный анализ диктует острую необходимость усовершенствования бортовых средств диагностики технического состояния элементов тормозной системы, способных в межконтрольный период эксплуатации получать, хотя бы в первом приближении объективную информацию для водителя о состоянии тормозной системы в целом и качества выполняемого рабочего процесса. На данном этапе диагностирование должно осуществляться в первую очередь по параметрам эффективности и давать общую «интегральную» оценку, тем самым заполняя для водителя отсутствие объективных визуальных критериев следов юза. Следовательно, в основу таких бортовых средств диагностики должна быть положена тормозная динамичность на базе реализованного замедления. Дальнейшее развитие средств бортовой диагностики предусматривается в создании интеллектуальных систем, построенных на основе разработанных структурно-следственных схем. Такой подход позволит выйти на коды предусматриваемых неисправностей или отказов элементов системы. Основной задачей при этом является проверка эффективности функционирования тормозных механизмов и системы в целом на основе оценки тормозных моментов. Поэтому проверка тормозной системы автомобиля с АБС на стендах

возможна только при введении дополнительных устройств (часто управляемых от компьютера). При оценке качества функционирования АБС важным обстоятельством является максимально возможная имитация реальных условий взаимодействия шины с поверхностью дороги с помощью тормозного стенда.

3.4. Диагностирование тормозных систем на стендах

Поскольку дорожные методы диагностирования тормозных систем АТС имеют ряд недостатков, связанных с содержанием дорогостоящего испытательного полигона, невозможностью установления неравномерности торможения колес, неточностью результатов, большими затратами времени и денежных средств, загрязнением окружающей среды, а также зависимостью от климатических условий и субъективных факторов, предпочтительными сейчас являются стендовые методы испытания тормозных систем.

При контроле на силовых стендах регистрируется время срабатывания тормозов и тормозная сила на каждом колесе. На силовых стендах нельзя выявить неисправности, которые проявляются при нагреве тормозов. Силовые стенды совершенно нечувствительны к снижению площади контакта накладки с диском или барабаном. Поэтому не следует ограничиваться контролем на силовом стенде тормозов автомобилей, работающих в горах и в больших городах, особенно автобусов.

3.4.1. Алгоритм контроля и диагностирования тормозов автомобилей, оборудованных аналоговыми системами управления

Планировка помещения для проверки тормозов автомобилей с использованием барабанного стенда показана на рис. 3.13. При диагностировании тормозной системы необходимо соблюдать меры безопасности: не находиться на пути движения проверяемого автомобиля; рычаг переключения передач должен быть в нейтральном положении; под свободные от проверки колеса должны быть поставлены упорные башмаки; при проверке тормозов передних колес должен быть затянут рычаг стояночного тормоза, воздействующий на тормозной механизм задних колес.

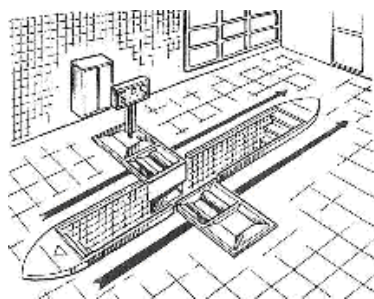


Рис. 3.13. Стенд проверки тормозов легковых автомобилей

Контроль тормозов переднеприводных автомобилей на стенде с беговыми барабанами производится в следующей последовательности:

1. Установить автомобиль передними колесами на ролики стенда.
2. Установить датчик измерения усилия нажатия на педаль тормоза.

3. Включить электродвигатели стенда и измерить тормозные силы (без нажатия на тормозную педаль), вызванные сопротивлением качению колес. Эта величина пропорциональна вертикальной нагрузке на колесо и для легковых автомобилей обычно составляет 49-196 Н. Когда сила сопротивления качению колеса оказывается повышенной и составляет примерно 294-392 Н и более, это значит, что колесо заторможено. В данном случае следует выяснить причину, которая может заключаться в плохой регулировке зазора между тормозными колодками и барабаном, заедании поршней в рабочих цилиндрах, ненормальном затягивании подшипников ступицы колеса и т. д.

4. Плавно нажимать на тормозную педаль с усилием не более 400 Н для автомобилей, не оборудованных вакуумным усилителем тормозов, и не более 250 Н для автомобилей, оборудованных вакуумным усилителем тормозов. Разность тормозных сил для правого и левого колес одной оси не должна превышать 20%.

5. Плавно нажать на тормозную педаль так, чтобы создать на каждом колесе тормозную силу 490-784 Н и поддерживать ее постоянной в течение 30-40 с. Если имеется очень большая разница в показаниях тормозных сил или стрелки приборов не двигаются, значит в тормозные механизмы колес попала влага. Наиболее часто это явление можно наблюдать при проверке автомобилей, поступивших на стенд после мойки. Если различие между двумя показателями остается и после прогрева тормозов, то это может объясняться замасливанием колодок или заеданием поршней рабочих тормозных цилиндров. Если при проверке тормозные силы ритмично колеблются с амплитудой 200-400 Н, то это значит, что в проверяемых тормозных механизмах имеются эллипсность или несоосность барабанов, деформация дисков, неравномерная выработка профиля шин и др. Условно можно считать, что эллипсность или несоосность составляет примерно 0,1 мм на каждые 98 Н колебаний тормозной силы.

При отпускании тормозной педали стрелки возвращаются к минимальным величинам, создаваемым сопротивлением качению. По скорости и равномерности возвращения стрелок оценивают одновременность и качество торможения колес.

7. Увеличивая усилие нажатия на тормозную педаль до 490 Н, регистрируют тормозные силы до достижения блокирования колес в ходе этих испытаний, оценивают равномерность работы тормозов.

8. Аналогичным образом проверяют тормоза задних колес.

9. Разность между интервалами времени срабатывания тормозных механизмов колес передней и задней осей не должна превышать 20% от большей величины времени срабатывания.

10. На основании всех измерений определяется эффективность тормозов путем производства расчетов. Эффективность характеризуется отношением суммы тормозных сил всех колес автомобиля к его массе, и она должна быть более 80% при отличном состоянии, 70-80% при хорошем состоянии и 60-70% при удовлетворительном состоянии тормозной системы.

11. Для проверки ручного (стояночного) тормоза необходимо постепенно перемещать рычаг стояночного тормоза до начала блокирования колес. Пере-

мещаю рычаг тормоза, подсчитывают количество щелчков храпового механизма для того, чтобы проверить правильность регулировки привода. Одновременно проверяют эффективность торможения и равномерность действия привода. Технически исправный ручной тормоз должен обеспечивать тормозные силы на обоих колесах, сумма которых не должна быть меньше 25% от полной массы автомобиля.

Для выявления скрытых неисправностей необходимо выполнить следующее:

1. Проверить правильность установки тормозной педали.

Если по вашей оценке педаль находится близко к наклонной части пола, необходимо провести регулировку с целью увеличения хода педали.

2. Поставить рычаг коробки передач в нейтральное положение и опустить рычаг механизма ручного привода стояночной тормозной системы.

3. Провести ряд контрольных нажатий на тормозную педаль. Затем, плавно нажимая на тормозную педаль, оценить соответствие нарастания усилия на ноге величине перемещения тормозной педали.

Увеличенный ход тормозной педали может вызываться следующим:

- наличием воздуха в тормозном приводе;
- неисправностью автоматической регулировки в рабочем цилиндре заднего тормозного механизма;

- негерметичностью гидропривода или тормозных механизмов;

- потерей герметичности главных манжет главного тормозного цилиндра.

При наличии воздуха в гидроприводе педаль упругая и при повышенном ее перемещении наблюдается плавное нарастание усилия.

Для проверки предположения о наличии воздуха в гидроприводе необходимо произвести ряд последовательных энергичных нажатий на тормозную педаль. При таких нажатиях выдержки при положении педали в отпущенном состоянии недопустимы.

Если в процессе нескольких последовательно произведенных нажатий на тормозную педаль заметно изменилось положение педали в нажатом состоянии и при этом рабочий ход педали уменьшился, а сама педаль, став более жесткой, не перемещается медленно вперед, то это свидетельствует о наличии воздуха в гидроприводе.

Если тормозная педаль в процессе нескольких последовательных нажатий практически не изменяет своего положения, но в конце каждого положения жесткая, то, возможно, это вызывается нарушением работоспособности кольца автоматического устройства колесного цилиндра заднего тормозного механизма. Следует отметить, что правильная регулировка стояночной тормозной системы «скрывает» эту неисправность, поэтому для ее выявления необходимо последовательно «нарушить» эту регулировку на обоих задних тормозных механизмах увеличением зазора между распорной планкой и тормозными колодками, что достигается перемещением регулировочной гайки в сторону ближайшей тормозной колодки. Нарушить регулировку можно без снятия тормозного барабана со стороны тормозного щита. Неисправность подтверждает увеличение хода педали при увеличении зазора между распорной

планкой и колодкой на тормозном механизме с неисправным колесным цилиндром.

Если тормозная педаль в процессе нескольких последовательных нажатий незначительно увеличивает свой рабочий ход и ее жесткость мало изменяется, то возможна внутренняя межслойная потеря герметичности шлангов.

В этом случае необходимо осмотреть гибкие шланги под давлением (операция выполняется вдвоем). Для этого после последовательных нажатий на тормозную педаль и, удерживания ее в нажатом состоянии, проверить, не образовались ли на шлангах местные вздутия. Надо иметь в виду, что при отпуске тормозной педали вздутия пропадают.

Если энергично и сильно нажать на тормозную педаль и удерживать ее под большим усилием, а педаль при этом будет постоянно опускаться, то наиболее вероятная неисправность – негерметичность гидропривода, что легко установить по наличию тормозной жидкости в районе места течи. При этом следует учитывать, что тормозная жидкость может стекать и, попадая на герметичные места, затруднять правильное определение места течи. С целью исключения ошибки следует тщательно удалить марлей следы подтекания тормозной жидкости и повторить операции вдвоем.

Если при повторной проверке определить место подтекания точно не удалось, то необходимо «погасить» контрольную лампу и, когда лампа погаснет и клапан выпуска воздуха будет закрыт, постепенно снять усилие с тормозной педали, и, выдержав несколько секунд, плавно и сильно нажать на тормозную педаль, при этом контрольная лампа должна загореться. Через несколько секунд после загорания лампы подать команду «открыть клапан выпуска воздуха (на 1/2 оборота)».

3.4.2. Контроль и диагностирование тормозной системы на современных стендах

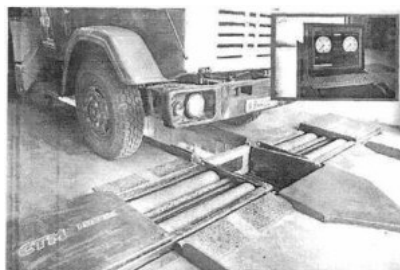
Стендовые методы диагностирования тормозов позволяют количественно оценить их техническое состояние.

Общее диагностирование АТС в стендовых условиях проводится на специализированных постах (рис. 3.14) с помощью стационарных или передвижных (напольных) статических и динамических испытательных стендов инерционного и силового, принципов действия. При этом по конструктивному исполнению эти стенды могут быть роликовыми (барабанными) и площадочными (платформенными) проездными или площадочными конвейерными [19].

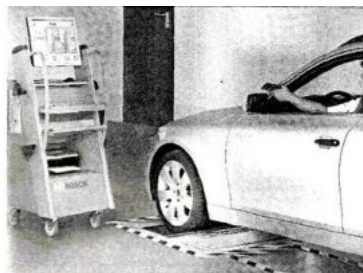
При диагностировании на стандартном одноосевом роликовом тормозном стенде автомобиля, оборудованного полным приводом, могут возникать проблемы.

Хотя привод роликовых тормозных стендов этого типа воздействует только на одну ось, крутящий момент через трансмиссию может передаваться на другую ось. Это может случиться из-за особенностей конструкции полноприводной трансмиссии, то есть не только крутящий момент, но и тормозные усилия передаются с колеса на колесо. По этой причине на колесе со слабыми тормозами или с полным отсутствием тормозов может быть измерено тормоз-

ное усилие, переданное через трансмиссию от другого колеса. Это значит, что неисправные тормоза могут дать результаты измерения, являющиеся на самом деле ошибочными, показывающими, что они в нормальном состоянии.



а



б

Рис. 3.14. Роликовые стенды испытаний грузовых (а) и легковых (б) автомобилей

Тормозные и тяговые усилия могут быть переданы с одного колеса на другое только механическим путем. Для этого, среди прочего, необходим надежный контакт зубьев шестерен дифференциала. В случае плохого контакта исключается возможность перераспределения тормозных сил между колесами. Только тогда появляется возможность точного измерения колесных тормозных усилий.

Компания «МАНА» (Германия) производит полноприводный модуль «MOREG» управления тормозным стендом, предотвращающим контакт зубьев. В связи с этим на силовых роликовых тормозных стендах «МАНА» могут быть продиагностированы любые полноприводные автомобили. «MOREG» варьируется в зависимости от типа полного привода, которым оборудован автомобиль.

Проверка эффективности тормозов осуществляется методами и средствами, представленными в табл. 3.3, 3.4 и на рис. 3.2.

В зависимости от конструктивных и принципиальных особенностей испытательных стендов выделяются следующие разновидности стендовых методов испытания тормозных систем АТС:

- статический при заторможенных на стенде неподвижных колесах;
- динамический на площадочных (платформенных) инерционных проездных и конвейерных стендах;
- динамический на площадочных силовых проездных и конвейерных стендах;
- динамический на роликовых (барабанных) инерционных стендах;
- динамический на роликовых (барабанных) силовых стендах.

Самым доступным и недорогим из перечисленных разновидностей стендовых методов диагностирования тормозных систем АТС является статический метод испытаний при заторможенных колесах машины.

Второй метод, получивший достаточное распространение в силу простоты технологии, такжеотягощен рядом недостатков, которые ограничивают его применение для диагностирования технического состояния тормозных систем АТС. Основными из этих недостатков являются заниженные начальные скоро-

сти торможения, завышенные значения удельной тормозной силы, неоднозначные усилия на тормозной педали.

Третий метод, по сравнению со вторым является более перспективным, поскольку является ресурсосберегающим, безопасным и наиболее приближенным к реальным дорожным условиям. Однако применение метода сдерживается из-за отсутствия для его реализации современных компьютерных стендов.

Метод испытания тормозных систем автотранспортных средств на динамических роликовых инерционных тормозных стендах позволяет приблизить тестовые режимы торможения к реальным скоростям и получить удовлетворительные результаты. Однако значительная стоимость этих стендов, недостаточная достоверность, а также трудоемкость испытаний делают данный метод нерентабельным.

Наиболее распространенным стендовым методом диагностирования тормозных систем АТС являются испытания последних на роликовых силовых испытательных стендах, несмотря на их значительную энергоемкость и аналогичные предыдущему методу недостатки. Распространение этих стендов объясняется тем, что они компактны, реализуют принцип обратимости движения, позволяют измерять текущие значения тормозных сил, контролируют время блокирования колес, позволяют дифференцированно оценивать работу тормозных механизмов.

Диагностирование технического состояния тормозных систем сейчас является составной частью диагностирования всего управления АТС. Оно производится до и после технического обслуживания машины, а также после текущего ремонта тормозных систем. При этом диагностирование может быть функциональным (общим) или дифференциальным (поэлементным).

Функциональное диагностирование, проводимое при технических обслуживаниях ЕО, ТО-1 и ТО-2, включает следующие проверки:

- исправности и действия всех тормозных систем;
- герметичности гидравлического или пневматического привода;
- исправности сигнала торможения.

Функциональное диагностирование обычно проводится без установки на АТС каких-либо приборов. Дифференциальное диагностирование должно проводиться при сезонном обслуживании, но не реже одного раза в год. Для быстрого нахождения и устранения неисправности в сложном многоконтурном тормозном приводе применяется современное испытательное оборудование, а диагностирование производится в строго определенном порядке по детально разработанному алгоритму и отработанной программе.

Поэлементное диагностирование тормозных систем АТС может осуществляться на линиях и постах совместно с техническим обслуживанием и ремонтом с использованием испытательных стендов или переносных приборов.

При этом в процессе диагностирования на стендах могут использоваться или не использоваться силы сцепления колес с опорными поверхностями.

Процесс диагностирования тормозных систем АТС при любом методе осуществляется в определенной последовательности согласно алгоритму.

Диагностируемый объект, технические средства и алгоритм составляют в комплексе систему диагностирования, которая может быть тестовой, функ-

циональной, универсальной и специальной. При этом системы диагностирования могут быть общими и локальными.

Поскольку непосредственное измерение внешних признаков диагностируемого объекта весьма затруднено, на практике используют косвенные признаки, называемые диагностическими параметрами. Для достоверности диагноза они должны быть чувствительны, однозначны, стабильны и информативны.

Стендовые испытания тормозных систем на барабанных стендах силовым или инерционным методом. Стендовые испытания имеют ряд преимуществ по сравнению с дорожными: благодаря применению стационарных измерительных приборов повышается точность результатов испытаний; возможна раздельная проверка каждого тормозного механизма; испытания безопасны на любой скорости; стандартные условия испытаний обеспечивают повторяемость результатов и сопоставимость данных, полученных в разное время; малые затраты труда и средств способствуют быстрой окупаемости стенда.

При контроле эффективности тормозных систем грузовых автомобилей на стендах определяют следующие параметры: тормозную силу на каждом колесе; одновременность срабатывания тормозов колес одной оси; время срабатывания тормозного привода и усилие на педали тормоза. Для определения максимально эффективной мощности двигателя автомобиль разгоняют до заданной скорости и создают нагрузку на ведущих колесах. Транспортные средства испытывают путем однократного воздействия на орган управления рабочей тормозной системой усилием, не превышающим 490 Н для автомобилей категории М₁ и N₁ и 680 Н для остальных категорий. Масса транспортного средства при испытаниях не должна превышать разрешенной максимальной массы.

На инерционном стенде в зависимости от исполнения измерительной системы время срабатывания либо измеряется прямо с индикацией численного значения, либо регистрируется тормозная диаграмма, по которой определяют время срабатывания и его составляющие. При определении неисправности время запаздывания становится важным параметром, поскольку зависит от правильности регулировок тормозного привода и тормозных механизмов, например, от зазоров в приводе или механизмах.

Можно приближенно принять, что при правильном распределении тормозных сил по всем колесам замедление автомобиля зависит только от коэффициента сцепления колес с дорогой (φ) и путь торможения в этом случае будет равен:

$$S_T = \frac{V_a^2}{2q\varphi} = \frac{V_a^2}{254\varphi} \text{ м.} \quad (3.1)$$

В этой формуле не учитывается период t_1+t_2 , показанный на рис. 3.15, где V_a – скорость движения автомобиля, j_a – замедление автомобиля. Значительную часть времени торможения составляет подготовительный период, при котором включается тормозная система.

Общее время торможения, начиная с момента появления замедления до полной остановки, равно:

$$t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4, \quad (3.2)$$

а путь торможения

$$S_T = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 = \frac{V}{3,6}(t_1 + t_2 + t_3) + \frac{V^2}{254\varphi} M. \quad (3.3)$$

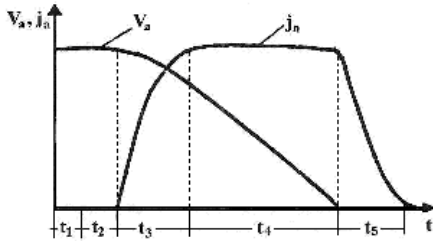


Рис. 3.15. Изменение скорости замедления от времени торможения:

t_1 – время реакции водителя (0,6–0,8 с); t_2 – время срабатывания привода; t_3 – время нарастания замедления; t_4 – торможение с полной интенсивностью; t_5 – время растормаживания

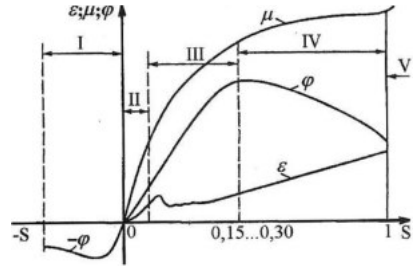


Рис. 3.16. Динамические характеристики процесса торможения колеса:

I – ведущий режим; II – ведомый режим; III – тормозной режим, устойчивая зона; IV – тормозной режим, неустойчивая зона; V – реверсивный режим

Эксплуатационные исследования показывают, что за время t_1 , t_2 и t_3 автомобиль проходит значительную часть тормозного пути. Функции $\mu(t)$, $\varphi(t)$, $\varepsilon(t)$ пропорциональны тормозному моменту, коэффициенту продольного сцепления и замедлению колеса. Связь указанных функций с функцией $S=S(t)$ скольжения колеса показана на рис. 3.16 ([19]). Из рис. 3.15 видно, что в устойчивой зоне рост тормозного момента сопровождается практически таким же ростом коэффициента продольного сцепления. Угловое замедление колеса в этой зоне, пропорциональное разности между кривыми μ и φ , мало. Дальнейший рост тормозного момента M приводит к тому, что возможности сцепления колеса с дорогой исчерпываются, коэффициент продольного сцепления колеса φ уменьшается, а замедление колеса быстро растет. При $S=1$ колесо блокируется, происходит его юз. Кроме этого, на величину тормозного пути существенное влияние оказывает вес автомобиля. Например, при торможении с начальной скоростью 30 км/ч тормозной путь для груженого автомобиля в среднем на 2–3 м больше, чем для порожнего [19].

Поскольку тормозной путь определяется установившимся замедлением (или установившейся тормозной силой) и временем срабатывания, почти все неисправности тормозной системы так или иначе влияют на эти два параметра, а поэтому должны проявляться при стендовых испытаниях тормозных систем. Поэтому эффективность действия тормоза можно оценить на стенде по времени срабатывания тормоза $t_c = t_3 + t_n$. При силовом методе испытаний привод стенда вращает колеса и барабаны с небольшой скоростью (2–6 км/ч). Оператор нажимает на тормозную педаль, контролируя усилие нажатия с помощью специального прибора – динамометрической педали или электронных средств. Тормозные механизмы создают тормозные моменты, привод стенда преодолевает их. В привод встроена измерительная система, специальные аналоговые

приборы или электронные средства показывают значения момента или тормозной силы на каждом колесе.

На силовом стенде связь между структурным параметром – тормозной момент M_m и диагностическим параметром – крутящий момент привода M_{np} описывается зависимостью

$$M_{np} = \frac{M_m \cdot r_o \cdot i}{r_k}, \quad (3.4)$$

где i – передаточное число трансмиссии между барабаном и элементом, на котором измеряется крутящий момент.

На инерционных стендах колеса и барабаны разгоняют с помощью привода или двигателя автомобиля до высокой скорости (40-100 км/ч), после чего производят торможение. Привод отключается, тормозные механизмы поглощают кинетическую энергию вращающихся колес и барабанов, а измерительные системы регистрируют параметры процесса торможения.

Математическое описание процесса торможения на инерционном стенде несколько сложнее. Расчетное замедление и тормозной путь на стенде за время установившегося торможения (для одного колеса) будут равны [19]

$$j_c = \frac{P_m}{m_k + m_1 + m_2}; \quad S_{nc} = \frac{(m_a + m_1 + m_2)V_a^2}{2P_m}, \quad (3.5)$$

где j_c – установившееся замедление на стенде, м/с², m_k , m_1 , m_2 – массы колеса, первого и второго барабанов и связанных с ними вращающихся частей стенда, P_m – тормозная сила.

Полный тормозной путь автомобиля на стенде и дороге определяется аналогично

$$S_{TC} = \frac{V_0 \left(t_z + \frac{t_n}{2} \right)}{3,6} + \frac{V_0^2}{26 j_c}, \quad (3.6)$$

где V_0 – скорость нарастания торможения; t_z – время запаздывания привода, с, t_n – время нарастания тормозной силы, с.

При стендовых испытаниях критериями технического состояния рабочей тормозной системы являются общая удельная тормозная сила и время срабатывания тормозной системы на стенде, а также осевой коэффициент неравномерности тормозных сил для каждой оси. Общая удельная тормозная сила (γ_T) должна быть не менее 0,59 для одиночных дорожно-транспортных средств категории М₁ и 0,51 для всех прочих. При этом максимальное значение коэффициента неравномерности любой оси (Кн) не должно превышать 20% в диапазоне тормозных сил от 30% до 100% максимальных значений. Указанные критерии вычисляют по следующим формулам:

$$\gamma_T = \frac{\sum P_{T \max i}}{G_{cm} \cdot g}, \quad (3.7)$$

где P_{Tmaxi} – максимальное значение тормозной силы на i -том колесе, Н; суммирование производится от $i=1$ до n , где n – общее количество колес, оборудованных тормозными механизмами; G_{an} – полная масса автомобиля, кг; g – ускорение свободного падения, $9,80665 \text{ м/с}^2$;

$$K_u = \frac{|(P_{ml} - P_{mr})|}{P_{Tmax}} \cdot 100\%, \quad (3.8)$$

где P_{ml} , P_{mr} – значения тормозной силы на левом и правом колесе одной оси, соответственно, Н; P_{Tmax} – большее из двух указанных значений тормозной силы.

По ГОСТ 25478-91 коэффициент неравномерности вычисляется несколько иначе:

$$K_u = \left| \frac{(P_{ml} - P_{mr})}{(P_{ml} + P_{mr})} \right|. \quad (3.9)$$

Время срабатывания тормозной системы на стенде (τ_{cn}) – промежуток времени от начала торможения до момента времени, в который тормозная сила колеса дорожно-транспортных средств, находящегося в наихудших условиях, достигает установившегося значения (определение по ДСТУ 2886-94).

При растормаживании (время t_s) замедление исчезает постепенно. В тормозных системах с гидроприводом это время равно 0,2-0,3 с, в пневмоприводе – 1,5-2,0 с.

При торможении автомобиля с катящимися и частично проскальзывающими колесами кинетическая энергия затрачивается на работу силы торможения в тормозном механизме $P_{TM}\lambda$ и силы торможения при скольжении $P_c(1-\lambda)$. Тогда можно записать, что

$$\frac{G_a \cdot V_a^2}{2 \cdot q} = [P_c(1-\lambda) + P_{TM}\lambda] \cdot S_T.$$

При $P_c = G_a \psi$

$$S_T = \frac{G_a \cdot V_a^2}{2 \cdot q [P_c(1-\lambda) + P_{TM}\lambda]} \text{ м.} \quad (3.10)$$

Если процесс торможения осуществляется без скольжения колес, тогда

$$S_T = \frac{G_a \cdot V_a^2}{2 \cdot q P_{TM} \lambda} \quad (3.11)$$

Из приведенной формулы видно, что S_T увеличивается с увеличением веса G_a и при уменьшении усилия тормозного механизма P_{TM} . При полной блокировке колес

$$\lambda = 0 \text{ и } S_T = \frac{V_a^2}{254\phi}. \quad (3.12)$$

Тормозное усилие в тормозном механизме P_{TM} можно определить, зная поверхность трения тормозных накладок и условную удельную нагрузку на фрикционные накладки. Например, для МАЗ-500А при общей поверхности

трения фрикционных накладок 3674 см^2 и при условной удельной нагрузке на накладку $38,7 \text{ Н/см}^2$ усилие тормозного механизма $P_{TM}=3674 \cdot 38,7=14 \cdot 10^4 \text{ Н}$. При диаметре тормозного барабана $0,42 \text{ м}$ крутящий момент тормозного механизма $M_{TM}=14 \cdot 10^4 \cdot 0,42=5,88 \cdot 10^4 \text{ Н} \cdot \text{м}$, а тормозная сила на колесах $P_{TM} = \frac{M_{TM}}{r_k} \approx \frac{5,88 \cdot 10^4}{0,5} = 117 \cdot 10^3 \text{ Н}$.

Формулу для определения тормозного пути с учетом веса автомобиля можно записать так:

$$S_T = \frac{V_a^2}{254(\alpha_1 \cdot \varphi + \alpha_2 \cdot \frac{P_{TM}}{G_a})}, \quad (3.13)$$

где a_1 и a_2 – коэффициенты, пропорциональные скольжению колес (при полной блокировке $\lambda=0$: $a_1=1$, $a_2=0$; при $\lambda=1$: $a_1=0$, $a_2=1$; при $\lambda>0$: $a_1 \approx 0,8$, $a_2=0,2$).

При $j_a \approx 6 \text{ м/с}^2$ ($\varphi \approx 0,6$ и $V_a=40 \text{ км/ч}$ тормозные пути для порожнего (68250 Н) и груженого (148250 Н) МАЗ-500А будут равны

$$S_{TM} = \frac{1600}{254 \left(0,8 \cdot 0,6 + 0,2 \cdot \frac{117000}{68250} \right)} = \frac{1600}{254(0,48 + 0,34)} = 7,6 \text{ м},$$

$$S_{TM} = \frac{1600}{254 \left(0,8 \cdot 0,6 + 0,2 \cdot \frac{117000}{148250} \right)} = \frac{1600}{254(0,48 + 0,15)} = 10,0 \text{ м}.$$

Как видно из приведенного расчета, тормозной путь груженого автомобиля МАЗ-500А больше, чем для порожнего. При приближенных расчетах можно тормозной путь груженого автомобиля определять по формуле

$$S_T = \frac{K_2 \cdot V_a^2}{254 \cdot \varphi}, \quad (3.14)$$

где K_2 – коэффициент, учитывающий вес автомобиля (1,25-1,30).

Результаты испытания неавтоматизированной тормозной системы легкового автомобиля среднего класса ГАЗ-3110 «Волга» на распространенном компьютерном роликовом силовом испытательном стенде СТМ-3500 приведены на рис. 3.17. Тормозные силы на левом и правом колесе тестируемой оси составляли соответственно 2,41 и 2,62 кН, удельная тормозная сила равнялась 0,76, и относительная разность тормозных сил достигала 8%.

На основании полученных результатов сделано заключение, что испытуемый автомобиль в соответствии с требованиями стандарта ДСТУ 3649:2010, технически исправен и может быть допущен к эксплуатации.

Однако в ходе стендовых испытаний была установлена неравномерность действия тормозных сил на правом (кривая 1) и левом (кривая 2) колесе тестируемой оси (рис. 3.17), обуславливающая появление разворачивающего момента.

Для установления влияния на процесс торможения неравномерности действия тормозных сил на колесах тестируемой передней оси при проведении

дорожных испытаний в контур переднего левого колеса перед рабочим (колесным) тормозным цилиндром был встроен дросселирующий клапан, пере-крывающий гидромагистраль при достижении в ней определенного заданного давления. Таким образом были получены кривые 3 и 4 (рис. 3.17).

Из графических зависимостей, представленных на рис. 3.17, видно, что на участке нарастания тормозных сил наблюдается различие в интенсивности их роста на правом $F_{ТПР}$ и левом $F_{ТЛЕВ}$ колесах тестируемой оси, вызванное, в данном случае, дросселированием жидкости в клапане, установленном в контуре переднего левого колеса.

Кроме того, проведенные исследования показали, что время достижения максимального значения тормозной силы на правом колесе $t_{ПР}$ не всегда совпадает со временем достижения максимального значения тормозной силы на левом колесе $t_{ЛЕВ}$. Возможен также вариант, когда значения максимальных тормозных сил на правом $F_{ТПР}$ и левом $F_{ТЛЕВ}$ колесах тестируемой оси будут не равны. В связи с этим сделан вывод, что оценочный показатель – относительная разность F тормозных сил, регламентируемый стандартами, – не в полной мере характеризует устойчивость АТС при торможении.

Нормативы эффективности торможения автотранспортного средства при проверке на тормозном стенде.

1. Для автотранспортных средств категории M_1 (автотранспортных средств, предназначенных для перевозки пассажиров и имеющих не более восьми мест для сидения, кроме водителя) удельная тормозная сила рабочей тормозной системы должна быть не менее 0,59.

2. Для автотранспортных средств категории M_2 (автотранспортных средств, имеющих более восьми мест для сидения, кроме места водителя, и разрешенной максимальной массой до 5 тонн, причем в том числе и сочлененных автобусов, состоящих из двух или более сочлененных секций) и категории M_3 (автотранспортных средств, имеющих более восьми мест для сидения, кроме места водителя, и разрешенной максимальной массой свыше 5 тонн, причем в том числе и сочлененных автобусов, состоящих из двух или более сочлененных секций) удельная тормозная сила рабочей тормозной системы должна быть не менее 0,51.

3. Для автотранспортных средств категории N_1 (автотранспортных средств, предназначенных для перевозки груза – грузовых автомобилей грузоподъемностью до 3,5 тонн, причем для седельных тягачей считается в качестве разрешенной максимальной массы сумма массы тягача в снаряженном состоя-

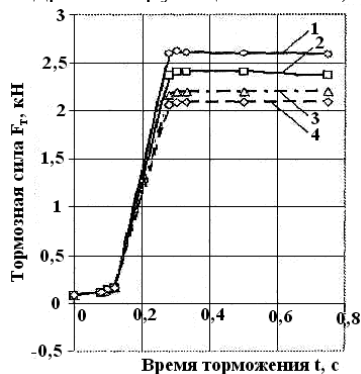


Рис. 3.17 Неравномерность действия тормозных механизмов левого и правого колес передней оси автомобиля ГАЗ-3110 «Волга»:

1 – тормозная сила на правом колесе; 2–4 – тормозные силы на левом колесе

нии и максимальная статическая нагрузка на седельно-сцепное устройство, передаваемая от полуприцепа), категории N_2 (автотранспортных средств, предназначенных для перевозки груза – грузовых автомобилей грузоподъемностью свыше 3,5 до 12 тонн, причем для седельных тягачей считается в качестве разрешенной максимальной массы сумма массы тягача в снаряженном состоянии и максимальная статическая нагрузка на седельно-сцепное устройство, передаваемая от полуприцепа), а также категории N_3 (автотранспортных средств, предназначенных для перевозки груза – грузовых автомобилей грузоподъемностью свыше 12 тонн, причем для седельных тягачей считается в качестве разрешенной максимальной массы сумма массы тягача в снаряженном состоянии и максимальная статическая нагрузка на седельно-сцепное устройство, передаваемая от полуприцепа) удельная тормозная сила рабочей тормозной системы должна быть не менее 0,51.

4. Для прицепов и полуприцепов с числом осей не более трех удельная тормозная сила рабочей тормозной системы должна быть не менее 0,5.

5. Также должна быть относительная разность тормозных сил колес оси (в процентах от наибольшего значения) для автотранспортных средств категорий M_1 , M_2 , M_3 , а также для передних осей автотранспортных средств категорий N_1 , N_2 , N_3 и для передних осей автотранспортных средств категорий O_2 , O_3 , O_4 (O_2 – буксируемых АТС прицепов и полуприцепов с разрешенной максимальной массой от 0,75 до 3,5 тонн, O_3 – буксируемых АТС прицепов и полуприцепов с разрешенной максимальной массой от 3,5 до 10 тонн, O_4 – буксируемых АТС прицепов и полуприцепов с разрешенной максимальной массой свыше 10 тонн, причем для O_3 и O_4 в качестве разрешенной максимальной массы принимается масса, которая соответствует максимальной статической вертикальной нагрузке на оси, когда полуприцеп или прицеп присоединен к тягачу и максимально загружен) не более 20%, а для остальных осей автотранспортных средств категорий O_2 , O_3 , O_4 , и в том числе для автотранспортных средств категории O_1 (O_1 – буксируемых АТС прицепов с разрешенной максимальной массой до 0,75 тонн) не более 25%.

Нормативы эффективности торможения рабочей и аварийной тормозными системами при стендовых испытаниях приведены в табл. 3.16 (ДСТУ 3649:2010).

Таблица 3.16

Нормативы эффективности торможения транспортных средств рабочей и аварийной тормозных систем при проверках на стендах

Тип транспортного средства	Категория транспортного средства	Усилие на органе управления, Н, не более	Удельная тормозная сила γ , не менее	
			рабочей тормозной системы	аварийной тормозной системы
Автомобили пассажирские и грузопассажирские	M_1 M_2, M_3	500 (400)	0,50	0,25
		700 (600)	0,50	0,25
			0,48*	0,24*

Тип транспортного средства	Категория транспортного средства	Усилие на органе управления, Н, не более	Удельная тормозная сила γ , не менее	
			рабочей тормозной системы	аварийной тормозной системы
Автомобили грузовые	N_1	700 (600)	0,45	0,20
			0,5**	0,22**
			0,43	0,19
			0,45**	0,20**
Прицепы и полуприцепы	O_2 (кроме оборудованных рабочими тормозами инерционного типа), O_3 , O_4	-	0,40	0,20
			0,43**	0,21**

*Необорудованные АБС либо получившие официальное утверждение типа до 01.10.1991 г.

** Получившие официальное утверждение типа после 1988 г. Примечание. Значения в скобках даны для транспортных средств с ручным управлением аварийной тормозной системой.

Удельную тормозную силу γ_T рассчитывают по результатам проверок тормозных сил P_T на колесах транспортного средства отдельно для автомобиля и прицепа (полуприцепа) по формуле 3.7.

При проверках эффективности торможения рабочей и аварийной тормозных систем допускается относительная разность F тормозных сил колес оси не более 30% (от наибольшего значения). При этом относительную разность рассчитывают по результатам проверок тормозных сил P_T на колесах транспортного средства по формуле 3.8.

Стояночная тормозная система для транспортных средств технически допустимой максимальной массы должна обеспечивать удельную тормозную силу γ_T не менее 0,16; комбинированных транспортных средств – не менее 0,12. При этом усилие, прикладываемое к органу управления стояночной тормозной системы для приведения ее в действие, должно быть не более 500 Н для транспортных средств категории M_1 и 700 Н для остальных категорий. Для транспортных средств с ручным управлением стояночной тормозной системой указанные значения должны составлять не более 400 и 600 Н соответственно.

Для стояночной тормозной системы допускается относительная разность тормозных сил колес оси не более 50%.

Шины проверяемых на стенде транспортных средств должны быть чистыми, сухими, а давление в них должно соответствовать нормативному, установленному изготовителем в эксплуатационной документации. Давление проверяют в полностью остывших шинах с использованием манометров (ГОСТ 9921-81).

Допускается определение соответствия тормозных систем транспортных средств на стендах с влажными шинами, но только по показателям блокирования колес на стенде. При этом шины должны быть равномерно влажными по всей поверхности по обоим бортам транспортного средства. Блокирование стенда должно происходить при достижении не менее 10% разности линейных скоростей беговых поверхностей шины и роликов стенда в месте их непосред-

ственного контакта. При блокировании колес оси на стенде за максимальные тормозные силы принимаются их значения, достигнутые в момент блокировки.

Проверки на стендах и в дорожных условиях проводят при работающем и отсоединенном от трансмиссии двигателе, а также отключенных приводах дополнительных ведущих мостов и разблокированных межосевых дифференциалах (при наличии указанных агрегатов в конструкции транспортного средства).

Транспортные средства, имеющие жесткую межосевую связь или самоблокирующийся неотключаемый дифференциал, проверяют только в дорожных условиях.

Нормативы эффективности торможения рабочей и аварийной тормозными системами при проверках в дорожных условиях представлены в табл. 3.17 и 3.18.

Таблица 3.17

Нормативы эффективности торможения рабочей тормозной системой при проверках в дорожных условиях

Транспортное средство	Категория	Усилие на органе управления P_{II} , Н, не более	Тормозной путь, S_T , м, не более	Установившееся замедление $j_{уст}$, м/с ² , не менее	Время срабатывания тормозной системы, $t_{ср}$, с, не более
Автомобили пассажирские и грузо-пассажирские	M_1 M_2, M_3	500 700	14,7 18,3	5,8 5,0	0,6 0,6
Легковые автомобили с прицепом	M_1	500	15,4	5,4	0,6
Грузовые автомобили	N_1, N_2, N_3	700	18,3	5,0	0,6
Грузовые автомобили с прицепом (полуприцепом)	N_1, N_2, N_3	700	19,5	5,0	0,8

Примечание. Время срабатывания тормозной системы не должно превышать 0,2 с.

Таблица 3.18

Нормативы эффективности торможения аварийной тормозной системой при проверках в дорожных условиях

Транспортное средство	Категория	Усилие на органе управления P_{II} , Н, не более	Тормозной путь, S_T , м, не более	Установившееся замедление $j_{уст}$, м/с ² , не менее	Время срабатывания тормозной системы, $t_{ср}$, с, не более
Автомобили пассажирские и грузо-пассажирские	M_1 M_2, M_3	500 (400) 700 (600)	25,3 30,6	2,9 2,5	0,6 0,6

Транспортное средство	Категория	Усилие на органе управления $P_{\text{П}}$, Н, не более	Тормозной путь, S_T , м, не более	Установившееся замедление $j_{\text{уст}}$, м/с ² , не менее	Время срабатывания тормозной системы, $t_{\text{ср}}$, с, не более
Легковые автомобили с прицепом	M ₁	500 (400)	26,8	2,7	0,6
Грузовые автомобили	N ₁ , N ₂ , N ₃	700 (600)	33,8	2,2	0,6
Грузовые автомобили с прицепом (полуприцепом)	N ₁ , N ₂ , N ₃	700 (600)	35,0	2,2	0,8

Примечание. Значения в скобках приведены для транспортных средств с ручным управлением аварийной тормозной системой.

Проверка системы ЕРВ. Чтобы исключить износ сложной электронной системы стояночного тормоза наряду с визуальной их проверкой следует проводить и функциональную на основании системных данных автомобиля (FSD). Для этих целей создается банк данных, в котором содержится необходимая информация по различным маркам и моделям автомобилей относительно их комплектации и указания фирм-изготовителей по методам проверки электронных систем. Эта информация постоянно проверяется и обновляется.

Проверка электронного стояночного тормоза ЕРВ автомобиля Volkswagen Passat С3 в рамках техосмотра выглядит следующим образом:

1. Визуальная проверка клавиши включения стояночного тормоза на приборной панели и актуаторов на заднем мосту; проверка актуаторов на повреждение и прочность их крепления на фланцах суппортов.

2. Функциональная проверка: включить зажигание, включить стояночный тормоз; контрольные лампочки в выключателе и комбинированном приборе должны загореться.

3. Еще раз нажать клавишу и выключить стояночный тормоз, одновременно нажать на тормозную педаль; обе контрольные лампочки должны погаснуть.

4. Пристегнуть ремень безопасности, въехать на тормозной стенд и повернуть задние колеса тормозными роликами стенда не менее 5 с при постоянной скорости 2,5-9 км/ч; контрольная лампочка должна загореться (таким образом, система ЕРВ находится в режиме техосмотра).

5. Клавишу включения стояночного тормоза нажать последовательно 5 раз, при этом сила торможения должна нарастать ступенчато, что можно видеть по показаниям тормозного стенда (пятое нажатие клавиши снова выключает ЕРВ). Если ЕРВ развивает давление не ступенчато, то это существенный недостаток системы.

6. Съехать с тормозного стенда и остановиться, нажать клавишу включения стояночного тормоза и расстегнуть ремень безопасности, попробовать тронуться на первой передаче; колеса должны быть заблокированы.

7. Заново пристегнуть ремень безопасности и повторить попытку тронуться на первой передаче; стояночный тормоз должен выключиться.

Более подробная проверка электронной системы с применением диагностического тестера в рамках техосмотра пока не предусмотрена.

3.4.3. Оценка технического состояния тормозной системы по тормозным диаграммам

При диагностике тормозных систем автомобилей сначала выполняют диагностику, позволяющую оценить техническое состояние тормозной системы автомобиля в целом по значениям следующих параметров: тормозной путь, замедление, тормозная сила, время срабатывания, а затем диагностику, которая устанавливает причины снижения эффективности торможения, определяя неисправность технического состояния отдельных агрегатов и элементов тормозной системы.

Определение эффективности тормозной системы выполняется на стендах, в конструкцию которых, как правило, входят роликовые барабанные механизмы. На стенде можно оценить тормозные усилия на каждом колесе и их суммарную неравномерность. Неравномерное торможение колес делает автомобиль неустойчивым. Если одно колесо автомобиля не участвует в процессе торможения, автомобиль может стать неуправляемым, появляется вероятность заноса или увод автомобиля в сторону этого колеса.

Процесс торможения можно условно разделить на несколько этапов (рис. 3.15, 3.18), каждый из которых характеризуется временем реакции водителя t_p , срабатывания тормозного привода t_n , движения автомобиля с заданным замедлением t_τ и оттормаживания t_o .

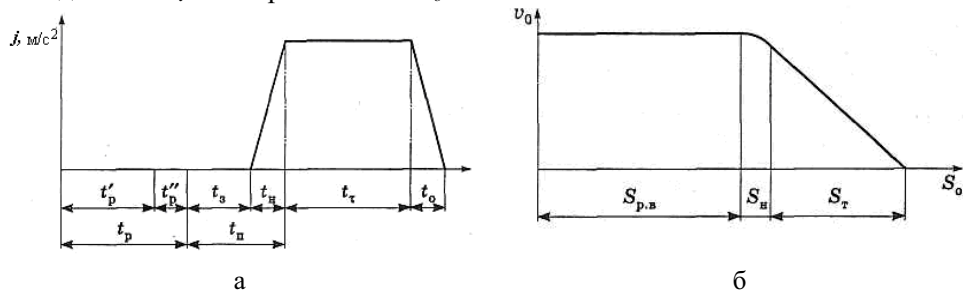


Рис. 3.18. Диаграмма торможения автомобиля:

а – изменение ускорения (замедления) во времени; б – изменение скорости машины

Время реакции водителя включает в себя время психической реакции t'_p (оценка обстановки и принятие решения) и время физической реакции t''_p (перенос ноги с педали подачи топлива на тормозную педаль и выбор свободного хода педали тормоза). Продолжительность этого промежутка времени (0,2–1,5 с и более) во многом определяется психофизическим состоянием водителя. Время срабатывания тормозного привода (0,2–0,4 с при гидравлическом и 0,4–0,6 с при пневматическом приводе) зависит от времени запаздывания t_s и вре-

мени нарастания замедления t_n . Время растормаживания привода составляет 0,2-0,5 с.

В соответствии с этими этапами остановочный путь S_o складывается из пути $S_{p.в}$, проходимого машиной в течение времени реакции водителя, времени срабатывания тормозного привода S_n и тормозного пути S_T .

В расчетах можно принимать такие значения t_n : 0,05-0,2 с для легковых автомобилей; 0,05-0,4 с – для грузовых автомобилей с гидроприводом; 0,15-1,5 с – для грузовых автомобилей с пневмоприводом; 0,2-1,3 с – для автобусов.

При расчетах тормозной динамики допускают, что водитель быстро нажимает на педаль тормоза, при этом нарастание замедления происходит в соответствии с линейным законом.

Суммарное время t_3+t_n называют временем срабатывания тормозного привода t_{np} . Максимальное время срабатывания тормозного привода регламентировано стандартом ДСТУ 3649:2010 и при испытаниях не должен превышать: 0,5 с – для автомобилей с гидравлическим приводом; 0,8 с – для автомобилей с другими типами приводов.

После достижения максимального усилия воздействия на педаль тормоза считают, что замедление остается неизменным, однако это не совсем так. Во-первых, водитель несколько изменяет усилие воздействия на педаль, а тормозные моменты изменяются за счет изменения коэффициента трения трущихся пар. Во-вторых, изменяется и коэффициент сцепления вследствие изменения скорости, скольжения и температуры шины.

Изменяемое значение замедления на участке t_r условно заменяют средним и считают установившимся, взяв за начало отсчета момент прекращения воздействия на педаль. Поэтому t_r называют временем установившегося замедления.

Время t_p от начала отпускания педали тормоза до образования зазоров между фрикционными элементами называют временем растормаживания.

При полном торможении в начале растормаживания замедление равно нулю, при частичном торможении замедление за время растормаживания снижается от установившегося значения до нуля.

Практический интерес представляет методика расчета времени торможения и тормозного пути. В соответствии с ДСТУ 2886-94 время торможения и тормозной путь определяют с момента воздействия на орган управления до полной остановки. При расчете времени торможения и тормозного пути принимают допущение, что замедление нарастает скачкообразно до максимального значения в момент времени $0,5 t_n$. При таком допущении уменьшение скорости начинается через промежуток времени $t_3+0,5 t_n$ с момента нажатия на педаль тормоза. При таком методе расчета площадь между осью абсцисс и линией изменения скорости автомобиля, пропорциональная тормозному пути, будет немного большей, чем полученная при точном расчете. Но поскольку время нарастания замедления очень мало, погрешность оказывается небольшой и ею можно пренебречь.

Тогда время торможения можно определить по формуле

$$t_T = t_3 + 0,5t_H + 0,5t_H + t_r. \quad (3.15)$$

Время $0,5 t_H + t'_T$, в течение которого скорость автомобиля уменьшается от V_H до нуля при замедлении j_{CT} , определяется выражением

$$0,5 t_H + t'_T = \frac{V_H}{j_{CT}}.$$

С учетом этого время торможения

$$t_T = t_3 + 0,5 t_H + \frac{V_H}{j_{CT}}. \quad (3.16)$$

Тормозной путь можно определить непосредственно по площади между линией абсцисс и линией изменения скорости [19]

$$\begin{aligned} S_T &= V_H (t_3 + 0,5 t_H) + 0,5 V_H (0,5 t_H + t'_T) = \\ &= V_H (t_3 + 0,5 t_H) + 0,5 V_H \left(\frac{V_H}{j_{CT}} \right) = V_H (t_3 + 0,5 t_H) + \frac{V_H^2}{2 j_{CT}} \end{aligned} \quad (3.17)$$

Замедление j_{CT} определяется по формуле

$$j_{CT} = C_t \cdot g \cdot \varphi. \quad (3.18)$$

Профессор Д. П. Великанов предложил рассчитывать замедление при аварийных торможениях, исходя из сцепных свойств с учетом поправочного коэффициента, характеризующего эффективность работы тормозов.

$$j_{CT} = \frac{g \cdot \varphi}{K_{\varphi}}, \quad (3.19)$$

где K_{φ} – коэффициент эффективности действия тормозов, что является практически величиной, обратной коэффициенту использования дороги C_t . На основании опытных данных принимают: при $\varphi \geq 0,4$ для легковых автомобилей $K_{\varphi} = 1,2$, для грузовых $K_{\varphi} = 1,3 \dots 1,4$; при $\varphi < 0,4$ для всех автомобилей $K_{\varphi} = 1,0$. С учетом изложенного формулы для расчета времени и пути торможения могут быть представлены следующим образом:

$$\begin{aligned} t_T &= t_3 + 0,5 t_H + \frac{V_H \cdot K_{\varphi}}{g \cdot \varphi}; \\ S_T &= V_H (t_3 + 0,5 t_H) + \frac{V_H^2 \cdot K_{\varphi}}{2 g \cdot \varphi}. \end{aligned} \quad (3.20)$$

В соответствии с ДСТУ 2886-94 тормозной путь вычисляется по формуле

$$S_T = \frac{V_H}{3,6} (t_3 + 0,5 t_H) + \frac{V_H^2}{2 b \cdot j_{CT}}. \quad (3.21)$$

Существенное влияние на процесс торможения оказывает износ накладок (рис. 3.19) и завоздушивание тормозной системы (рис. 3.20). Приведенные на рисунках зависимости получены при испытаниях автомобиля на усовершенствованном стенде ПДС-Л с беговыми барабанами [19, 43].

По величине тормозного пути можно судить об общем состоянии привода и тормозного механизма. Отдельно состояние привода определяется по времени срабатывания, а колесного механизма – по времени срабатывания на барабанном стенде.

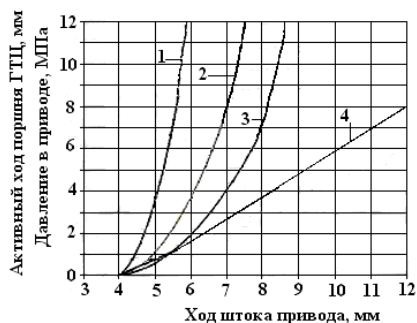


Рис. 3.19. Влияние износа накладок на время нарастания давления в тормозном приводе:

1 – новые накладки; 2 – накладки, изношенные на 50%; 3 – полностью изношенные накладки; 4 – ход поршня ГТЦ

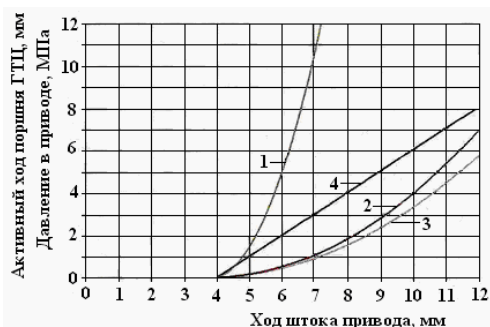


Рис. 3.20. Зависимость давления в приводе и хода поршня ГТЦ от хода штока привода при различном коэффициенте сжимаемости:

1 – система без воздуха; 2, 3 – система с различной степенью завоздушивания; 4 – ход поршня ГТЦ

Значения основных диагностических параметров – замедления и времени срабатывания – при проверке тормозных систем на инерционных стендах рассчитываются по показаниям измерительных приборов. Гораздо больше информации дает запись тормозной диаграммы (замедление в функции времени) на самописцах с несколькими каналами, которые позволяют менять скорость протяжки диаграммной ленты от 1 до 250 мм/с. При проверке тормозов удобны скорости протяжки 25-50 мм/с. При использовании самописца обычный масштаб записи по оси времени составляет 0,01 с/мм (скорость протяжки ленты 100 мм/с, что позволяет уверенно считывать временные параметры с требуемой точностью. Необходимо отметить, однако, что определение момента перехода от участка нарастания к участку установившегося торможения заметно затрудняется при формах тормозной диаграммы, существенно отличающихся от трапеции (рис. 3.21), что заставляет искать других путей определения времени срабатывания. Его можно оценить косвенно, например, по сочетанию значений установившегося замедления (тормозной силы) и полного времени торможения или же по сочетанию времени запаздывания и максимального темпа нарастания замедления (т. е. третьей производной пути по времени, называемой иногда «рывок скорости») [19].

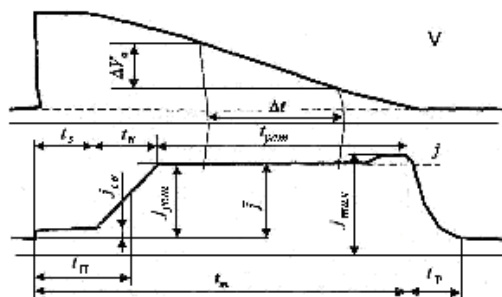


Рис. 3.21. Элементы тормозной диаграммы и определение масштаба записи замедления

На рис. 3.21 выделены: участок запаздывания длительностью t_3 , участок нарастания t_H и участок установившегося торможения t_{ycm} . Сумма этих длительностей называется временем срабатывания t_c . На участке запаздывания действует замедление выбега j_n , вызываемое силами сопротивления качению, сопротивления воздуха, трения в подшипниках и накладок о тормозные барабаны (диски) в случае неравномерной регулировки (отсутствие зазора). На участке установившегося торможения замедление считается постоянным – установившимся (j_{ycm}). Замедление на участке нарастания считают линейно возрастающим.

Тарировка системы измерения замедления производится по параллельной записи скорости и замедления (рис. 3.21). На диаграмме выбирают участок стабильного замедления и измеряют среднюю ординату $\bar{j}$. На диаграмме скорости находят соответствующий участок, измеряют перепад скорости ΔV_a и длительность временного интервала Δt . Масштаб замедления определяют по формуле

$$[j] = \frac{\Delta V[V_a]}{\Delta t[t]\bar{j}}, \quad (3.22)$$

где $[j]$ – масштаб замедления, м·с⁻²/мм; $[V_a]$ – масштаб записи скорости, м·с⁻¹/мм; $[t]$ – масштаб записи времени, с/мм.

Масштаб записи времени обратно пропорционален скорости протяжки диаграммной ленты V_{np}

$$[t] = \frac{1}{V_{np}}.$$

При общей сложности конфигурации тормозных диаграмм, отражающих реальное состояние тормозной системы, они имеют и общее сходство, которое представляют нормативной диаграммой.

Сравнивая значения параметров с нормативными, можно сделать вывод о работоспособности тормозного привода и механизмов и получить сведения о всех основных неисправностях тормозной системы.

По тормозной диаграмме на рис. 3.21 можно определить значения диагностических параметров: максимального j_{max} или установившегося j_{ycm} замедления, время реакции водителя и запаздывания t_3 и нарастания t_H , полного времени установившегося движения t_m , время оттормаживания t_p , замедление выбега $t_n = t_3 + \frac{t_H}{2}$.

В общем виде замедление, скорость и тормозной путь на трех участках тормозной диаграммы описываются зависимостями, приведенными в табл. 3.19.

Таблица 3.19

Замедление, скорость и тормозной путь на участках тормозной диаграммы

Участок		
запаздывания – 1	нарастания – 2	установившегося торможения – 3
$j=j_B$	$j=j_B+Kt$	$j=j_{ycm}$

Участок		
запаздывания – 1	нарастания – 2	установившегося торможения – 3
$V = V_0 - j_B t,$ t от 0 до t_3 ; $V_f = V_0 - j_B t_3$	$V = V_1 - j_B t - \frac{K t^2}{2}$ t от 0 до t_H ; $V_2 = V_1 - j_B t_H - \frac{K t_H^2}{2}$	$V = V_2 - j_{уст} t,$ t от 0 до $t_{уст}$; $V_3 = V_2 - j_{уст} t_{уст}$
$S_{T1} = V_0 t - \frac{j_B t^2}{2}$	$S_{T2} = V_1 t - \frac{j_B t^2}{2} - \frac{K t^3}{6}$	$S_{T3} = V_2 t - \frac{j_{уст} t^2}{2}$

Если площадь контакта накладки с барабаном близка к номинальной, нагрев трущейся пары за одно торможение невелик (20-50 °С). Коэффициент трения при этом несколько возрастает, а затем вновь снижается. Так же меняется тормозной момент. На тормозной диаграмме появляется небольшая выпуклость на участке установившегося торможения при неполном усилии на педали в конце участка. Чем меньше площадь контакта, тем больше нагрев. Выпуклость на диаграмме все более заметна. Если же площадь контакта понижена чрезмерно, температура пары может превысить 100-150 °С, коэффициент трения достигнет максимума и начнет уменьшаться; когда температура пойдет на спад, коэффициент трения вновь возрастет до максимума, а затем уменьшится. Диаграмма приобретает характерную седловидную форму.

Так происходит при однократном торможении на дороге или инерционном стенде, если вначале тормоз был холодным. Если же тормоз нагрет (работа в горах или в большом городе с частыми торможениями), при интенсивном торможении наблюдается падение тормозного момента, средний тормозной момент заметно меньше максимального и может упасть ниже нормативного значения. Даже если это не случится, из-за неравномерного снижения площади контакта на правом и левом тормозах одной оси может возникнуть значительная неравномерность тормозных сил, что вызовет занос автомобиля при резком торможении.

Снижение площади контакта – опасная и распространенная неисправность. Массовое обследование тормозных накладок на автопредприятиях показало, что площадь контакта менее 50% номинальной имеют 15-20% легковых автомобилей и 20-50% грузовых. Причины этого различны: неправильная регулировка эксцентриковых пальцев (накладка работает только верхней или нижней частью); перекося колодок из-за деформации осей или износа посадочных отверстий (накладка работает правой или левой частью); абразивный износ, при котором на накладке чередуются узкие рабочие и нерабочие зоны. Опасна замена тормозных накладок без ремонта тормозных барабанов (расточки и шлифовки) и притирки накладок. При этом в течение долгого времени (по некоторым данным до 700 торможений) площадь контакта весьма низка (15-30% номинальной).

Обнаружить пониженную площадь контакта сложно даже при вскрытом тормозном механизме. Проверка на инерционном стенде позволяет сделать это при минимальной затрате времени, что исключает необходимость контрольных разборок тормоза.

Зазор между тормозными колодками и тормозными дисками или барабанами у большинства моделей современных легковых автомобилей регулируется автоматически. В других же случаях его регулируют следующим образом: нажав на педаль тормоза, прижимают к тормозным барабанам колодки с накладками и вращают эксцентрик до соприкосновения с колодкой. Затем отпускают педаль тормоза и проворачивают эксцентрик в обратном направлении на 10° , обеспечив зазор между накладками и барабаном (диском) 0,10-0,15 мм.

Диагностирование тормозов с усилителями и пневматическими приводами имеет свои особенности. Тормоза можно проверять с усилителем при работающем двигателе (усилитель в случае торможения действует) и неработающем (усилитель не действует). Значения тормозного пути и замедления, полученные при этом, различаются в 2,0-2,5 раза. Таким образом можно определить исправность усилителя. Время срабатывания тормозного привода при испытании с усилителем и без него практически одинаково.

Эффективность тормозов с пневматическим приводом (грузовые автомобили и автобусы) очень зависит от давления воздуха в системе, причем зависимость эта часто нелинейна (тормозной момент возрастает непропорционально увеличению давления). Из-за ограниченности сил сцепления шин с беговыми барабанами такие тормоза часто проверяют при неполном давлении в системе, а полученные значения параметров линейно экстраполируют в область полных давлений. Нелинейность характеристик тормозов приводит к ошибкам диагноза. В ответственных случаях, например, при проверке автобусов или машин, работающих в горах, эти ошибки недопустимы. Поэтому следует использовать различные догрузатели, позволяющие повысить реализуемые тормозные силы до полной величины.

При проверке на силовых стендах регистрируется время срабатывания тормозов и тормозная сила на каждом колесе. На силовых стендах нельзя выявить неисправности, которые проявляются при нагреве тормозов. Силовые стенды совершенно нечувствительны к снижению площади контакта накладки с барабаном. Поэтому не следует ограничиваться проверкой на силовом стенде тормозов автомобилей, которые работают в горах и в больших городах, особенно автобусов.

На силовых стендах нельзя проверять тормоза-замедлители, которые начинают эффективно работать при скоростях 30 км/ч и выше, а также автомобили, оборудованные антиблокировочными системами.

3.4.4. Алгоритмы функционирования антиблокировочных систем

Тормозной путь автомобиля зависит от многих факторов, в том числе от погодных условий, состояния дорожного покрытия, интенсивности дорожного движения и усилия нажатия на педаль тормоза. Если происходит блокирование передних колес, автомобиль теряет управление.

Антиблокировочная система тормозов (АБС) – это система управления, позволяющая современным тормозным системам обеспечивать максимальную эффективность торможения автомобиля в сложных ситуациях независимо от состояния дорожного покрытия. Задачей АБС, как и ASR (противобуксовочной системы), является поддержание тормозящего (ведущего) колеса в режиме оптимального относительного скольжения, при котором продольный коэффициент сцепления шины с опорной поверхностью получается максимальным. Она позволяет сохранить управляемость автомобилем в разных дорожных условиях (рис. 3.22).

Основными преимуществами АБС являются:

- отсутствие заноса автомобиля во время торможения;
- сохранение управляемости даже при резком торможении;
- оптимизация тормозного пути;
- снижение износа шин.

Системы АБС были разработаны для обеспечения оптимального торможения автомобиля с сохранением курсовой устойчивости в разных дорожных условиях.

Схема электронного распределения тормозных сил (ЕВВ) системы АБС показана на рис. 3.23.

Существуют различные алгоритмы работы АБС. Наибольшее распространение получили алгоритмы, в которых сопоставляются реальные частоты вращения колес с опорной частотой вращения, фиксируемые в данный момент времени системой управления.

На многих пассажирских и грузовых автомобилях серийно выпускаются АБС на базе электронных блоков с жесткой логикой и микропроцессорных комплектов. Основными элементами АБС являются электрогидравлический привод (ЭГП) и электронный блок управления, содержащий микроконтроллер, который выполняет логическую и математическую обработку информации. В постоянном запоминающем устройстве (ПЗУ) микроконтроллера

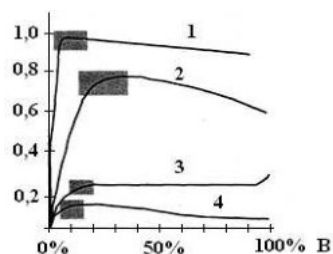


Рис. 3.22. Диапазон регулирования АБС:

В – скольжение; 1 – сухой асфальт; 2 – мокрый асфальт; 3 – рыхлый снег; 4 – гололед

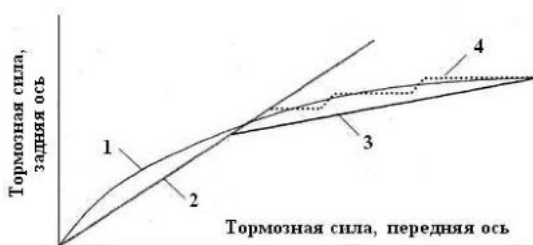


Рис. 3.23. Электронное управление тормозными силами:

1 – идеальное распределение тормозной силы; 2 – установленное распределение тормозной силы; 3 – с чувствительным к грузу редуктором давления; 4 – электронное распределение тормозной силы

записаны программа и некоторые константы, необходимые для работы АБС (рис. 3.24).

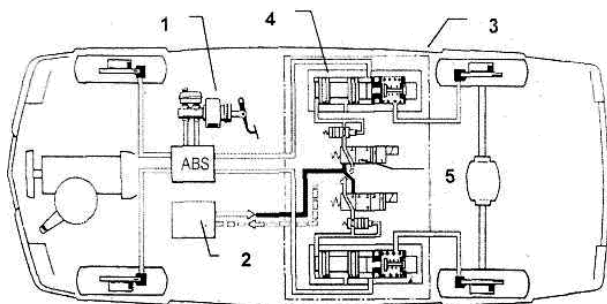


Рис. 3.24. Компоненты управления АБС:

1 – гидравлический усилитель тормозной системы; 2 – модуль создания давления; 3 – гидравлический модуль ASR; 4 – плавающий плунжер; 5 – регулирующий клапан

Алгоритм функционирования АБС построен на анализе сигналов, поступающих от датчиков со всех колес при торможении, относительно скорости движения кузова автомобиля. Блок управления системой АБС анализирует показания датчиков скорости вращения колес, распознает степень замедления каждого из них, после чего рассчитывает необходимое давление в каждом контуре.

Рабочий процесс АБС зависит не только от алгоритма системы автоматического регулирования и характеристик исполнительного механизма, но и от структуры ее установки на автомобиле, определяющей связи колес. Управление процессом торможения может осуществляться каждого колеса и одновременно нескольких колес. Особенности рабочего процесса торможения одиночного колеса определяется алгоритмом рабочего блока АБС, определяемого структурной схемой установки АБС.

Антиблокировочные системы начинают функционировать при скорости выше 7-8 км/ч, а регулирование торможения начинается со скорости 12 км/ч и более.

Основные затруднения в обеспечении торможения без юза определяет зависимость $\varphi(S)$, которая может иметь критический экстремум $S_{кр}$ при проскальзывании. Критическое проскальзывание обычно находится в диапазоне 0,1-0,3 и определяет форму кривой $\varphi(S)$.

При нормальном функционировании системы происходит непрерывное сравнение скорости движения автомобиля V_a и частоты вращения колес V_k в точке их соприкосновения с дорогой. По величине этих скоростей можно определять безразмерную величину проскальзывания колес по формуле $\delta = 1 - \frac{V_k}{V_a}$.

При $V_k=0$, $\delta=1$; при $V_k=V_a$, $\delta=0$.

Сравнивая скорости отдельных колес со средней скоростью всех колес, электронный прибор определяет пробуксовку и фиксирует момент начала пробуксовки колес по каждому из них. Блокировка колеса наступает тогда, когда давление жидкости в тормозном цилиндре превышает силу сцепления шины с

дорогой ($P_a > G_a \cdot \varphi$). Блокировку можно исключить, выпуская тормозную жидкость через специальный клапан или предупреждая повышение давления в соответствующих тормозных цилиндрах.

Применение АБС обеспечивает наибольший эффект на скользкой дороге, когда тормозной путь автомобиля уменьшается на 10-15%. На сухой асфальтобетонной дороге такого сокращения тормозного пути автомобиля может и не быть.

На рис. 3.25-3.28 показано положение элементов системы в разных фазах торможения [44].

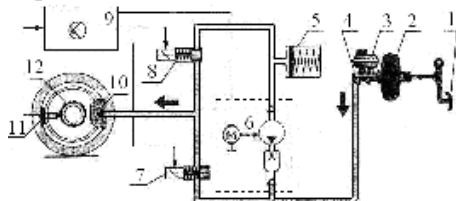


Рис. 3.25. Положение клапанов в начале торможения после нажатия на педаль привода

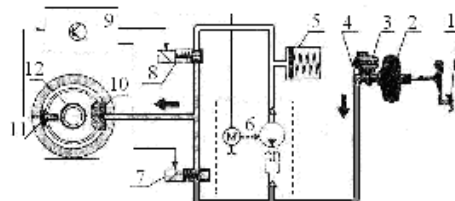


Рис. 3.26. Положение клапанов в фазе удержания давления

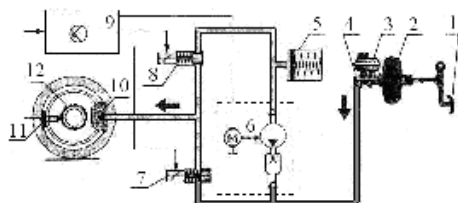


Рис. 3.27. Положение клапанов в фазе «сброс давления»

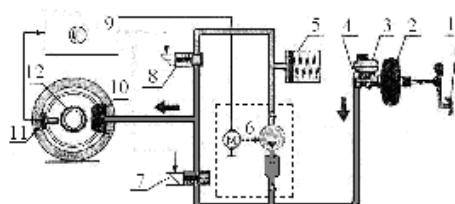


Рис. 3.28. Положение клапанов в фазе увеличения давления

На рис. 3.25-3.28 приняты следующие обозначения: 1 – гидравлический привод с педалью; 2 – усилитель тормоза; 3 – компенсационный бачок; 4 – главный тормозной цилиндр; 5 – аккумулятор давления; 6 – гидронасос обратной подачи; 7 – впускной клапан; 8 – выпускной клапан; 9 – электронный блок управления АБС; 10 – колесный тормозной механизм; 11 – датчик частоты вращения колес; 12 – зубчатый венец колесного датчика.

Давление в тормозной системе увеличивается главным тормозным цилиндром при нажатии на педаль тормоза (рис. 3.25). Давление подается через входной клапан (обесточенный) к тормозному механизму колеса. Выходной клапан закрытый (он обесточен). Скорость колеса продолжает снижаться до тех пор, пока блок управления АБС не выявит начало блокирования колеса по сигналу, полученному от датчика скорости колеса. Распознав приложенное к педали тормоза усилие и, таким образом, степень желаемой интенсивности торможения, блок управления системой анализирует показания датчиков скорости вращения колес и характер движения автомобиля, после чего рассчитывает необходимое давление в каждом контуре.

Фаза «удержание давления». Когда блок управления АБС распознает опасность блокирования одного из колес, он отдает команду закрыть впускной

клапан АБС этого колеса, оставляя при этом выпускной клапан АБС закрытым (рис. 3.26). Тем самым давление в соответствующем тормозном цилиндре удерживается на достигнутом уровне и не увеличивается при последующем усилении нажатия на педаль тормоза.

Если, несмотря на постоянное давление, скорость колеса продолжает падать и есть вероятность блокирования колеса, то давление в тормозной системе надо снизить (рис. 3.27). Блок управления подает напряжение на соответствующий выпускной клапан. В результате выпускной клапан открывается. Впускной клапан продолжает пребывать под напряжением и, таким образом, остается закрытым.

Тормозная жидкость перетекает в аккумулятор давления, и давление в колесном тормозном цилиндре падает. Тормозное усилие на колодки тормозного механизма уменьшается. Создаются условия, когда реакция, действующая на колесо со стороны дороги, превысит тормозную силу трения, создающую колесным тормозным механизмом. Тем самым вращение колеса может снова ускориться.

Если объем аккумулятора оказывается недостаточным для того, чтобы устранить стремление колеса к блокированию, блок управления АБС включает гидравлический насос обратной подачи, который, перебарывая давление, созданное водителем путем нажатия на педаль, перекачивает тормозную жидкость в главный тормозной цилиндр и компенсационный бачок. В результате этого педаль тормоза слегка перемещается вверх. При этом водитель чувствует пульсацию педали тормоза.

Фаза «увеличение давления». При достижении колесом определенной скорости вращения необходимо снова увеличить давление в тормозной системе для достижения оптимального торможения (рис. 3.28).

Как только угловая скорость колеса превышает определенное значение, с этой целью с обмотки электромагнита впускного клапана 7 снимается напряжение. В результате клапан 7 открывается. Выпускной клапан 8 остается обесточенным и, таким образом, также закрытым. Насос обратной подачи 6 при необходимости продолжает работать, откачивая оставшуюся тормозную жидкость из резервуара низкого давления и перекачивая ее в тормозную систему (вспомогательное подпитывание тормоза). Колесо при повышении давления снова затормаживается. Скорость вращения колеса уменьшается.

Как только снова будет достигнуто давление, при котором возникнет опасность блокирования колеса, цикл «удерживание давления» - «сброс давления» - «увеличение давления» повторяется снова, и так до тех пор, пока торможение не будет завершено или пока сравнение угловых скоростей колес не покажет, что опасности блокирования больше нет.

Блок управления АБС с функцией самодиагностики. Самодиагностика АБС предусмотрена в числе функций блока управления с системой электронной блокировки дифференциала (EDS). Компоненты системы блока управления АБС представлены на рис. 3.29.

Оснащение электронной блокировкой дифференциала возможно только для автомобилей с АБС тормозной системы, например, для моделей «Passat», «Golf», «Jetta», «Corrado». Для реализации функции EDS используются уже

имеющиеся компоненты АБС. В состав гидроагрегата дополнительным узлом входит блок клапанов системы EDS. Блок управления имеет расширенное программное обеспечение.

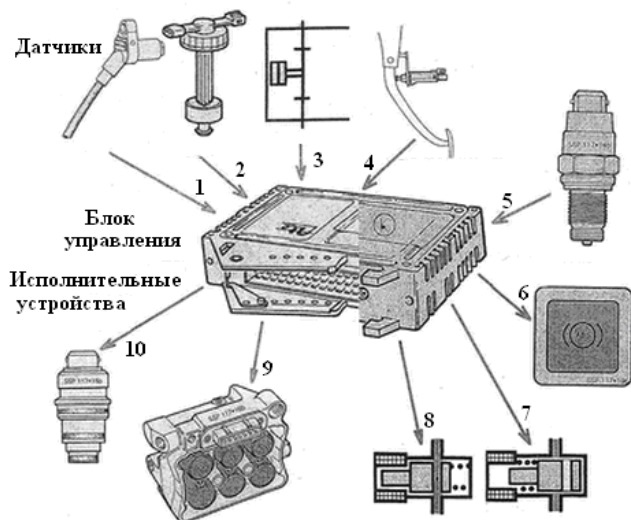


Рис. 3.29. Компоненты системы управления АБС:

1 – датчик оборотов; 2 – датчик уровня тормозной жидкости; 3, 5 – датчик давления; 4 – выключатель стоп-сигналов; 6 – контрольная лампа АБС; 7, 8 – клапаны EDS 1+2; 9 – блок клапанов АБС; 10 – главный клапан

Отличительными особенностями самодиагностики являются:

1. Самодиагностике подконтрольны электрические и электронные компоненты АБС с системой EDS.
2. Блок управления распознает и записывает в памяти регистратора неисправностей неполадки, возникающие во время работы и в процессе самой диагностики.
3. Спорадически возникающие сбои записываются в памяти с разрушением информации, тогда как все остальные – в долговременной памяти.
4. Неисправности электромагнитных клапанов считаются приоритетными по отношению к спорадически возникающим сбоям.
5. Вывод кода неисправности сериями вспышек контрольной лампы осуществляется с помощью дефектчитающего тестера V.A.G 1551 или другими.
6. Информация, записанная в памяти регистратора неисправностей, автоматически стирается после ее полного вывода, устранения неисправности и первого превышения автомобилем скорости 30 км/ч.

3.4.5. Программно-аппаратные средства стендовых испытаний тормозных систем автомобилей с АБС

Общий алгоритм диагностирования тормозной системы легкового автомобиля состоит из следующих операций:

- установка автомобиля на стенде;
- разгон и торможение со скорости 50 км/ч (для проверки АБС без создания искусственного юза);
- разгон и торможение с использованием устройств, изменяющих величину коэффициента φ в пятне контакта между колесом и беговыми барабанами;
- регистрация информации, поступающей на пульт управления стендом и через разъем бортовой диагностики на диагностический прибор и ее дальнейшая обработка в компьютерной части.

Весь цикл диагностических испытаний тормозной АБС представлен на рис. 3.30.

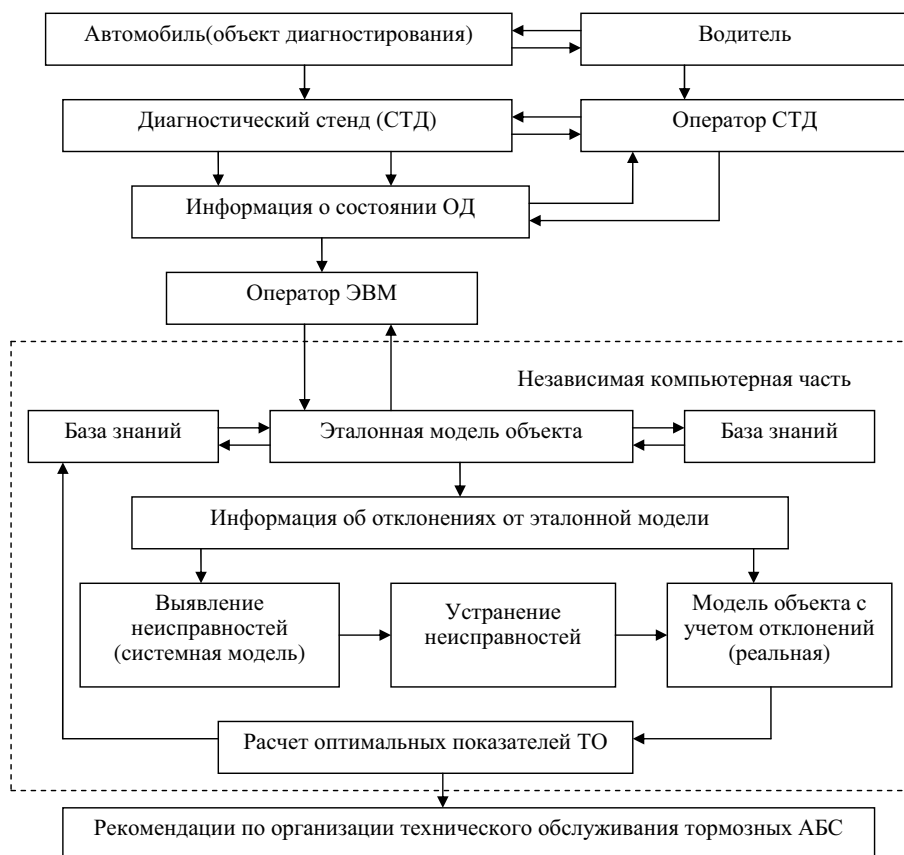


Рис. 3.30. Блок-схема цикла диагностирования компьютеризованной системой автомобильной тормозной АБС

Модульный принцип построения и функционирования программы при необходимости позволяет независимое использование отдельных модулей, в частности модулей диагностики и прогнозирования. Функциональная структура программы приведена на рис. 3.31.

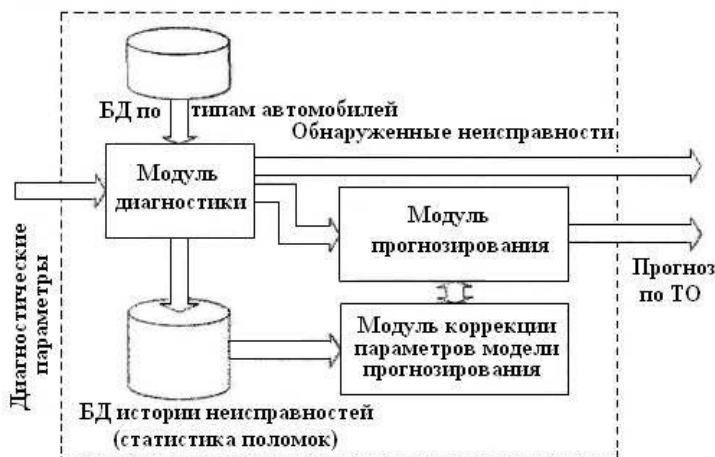


Рис. 3.31. Функциональная структура программы диагностирования тормозных АБС

Стендовое оборудование. Для проверки технического состояния автомобилей, оборудованных антиблокировочной (АБС) и противобуксовочной системой тормозов, используют такие же методики и оборудование, как и для автомобилей без АБС. Техническое состояние тормозных систем проверяют на беговых барабанах роликового типа измерением следующих параметров: сопротивление качению колеса и его овальность, максимальная тормозная сила и разница сил на левом и правом колесе, удельная тормозная сила в процентах путем вычисления с учетом массы автомобиля. На основании этой информации с использованием специальной программы строится модель объекта диагностирования (проверяемой АБС) и выдаются рекомендации по устранению выявленных неисправностей и оптимальной периодичности ТО.

Стенды обеспечивают работу в единой компьютерной сети комплекса технического осмотра, обрабатывают результаты на персональном компьютере с выдачей результатов на экран монитора и на печатающее устройство. Они измеряют массу автомобиля и тормозную силу на каждом колесе, усилия на органах управления, время срабатывания тормозной системы и определяют расчетные параметры. Стенды позволяют сформировать базу технических данных, результатов диагностирования с выводом тормозных диаграмм, а также осуществляют высокопроизводительный автоматизированный режим контроля для экспресс-диагностики тормозных систем всех осей автомобиля и измерительные режимы для углубленной проверки выбранной оси.

3.4.6. Алгоритм диагностирования тормозной системы на стенде с беговыми барабанами

Диагностирование тормозов полноприводных автомобилей на стенде с беговыми барабанами производится в следующей последовательности:

1. Установить автомобиль поочередно каждой осью на взвешивающее устройство и зарегистрировать осевую нагрузку и также общий вес автомобиля.

2. Произвести калибровку датчиков и измерительных устройств стенда, а также проверить сопротивление роликов стенда.

3. Установить автомобиль одной осью на ролики стенда. В случае наличия на автомобиле шипованных шин следует использовать ролики специальной конструкции (в виде прямозубых шестерен). Следует отключить от трансмиссии ДВС дополнительные ведущие мосты и разблокировать трансмиссионные дифференциалы. Поставить специальный противооткатный упор под вторую ось автомобиля.

4. Установить на тормозную педаль устройство для измерения усилия на педали при торможении (для тормозных систем с гидроприводом).

5. Установить на автомобиль устройство для контроля времени срабатывания тормозной системы. Это устройство на базе манометров, как для тормозной системы с гидроприводом, так и для тормозной системы с пневмоприводом.

6. Подсоединить шланг отсоса отработанных газов и включить устройство отсоса отработанных газов.

7. Запустить ДВС и установить обороты холостого хода.

8. Проверить отсутствие температуры в зоне рабочих тормозных цилиндров, превышающей 100 °С.

9. Включить привод роликов стенда. Скорость вращения роликов стенда должна соответствовать скорости движения автомобиля 5 км/ч. Причем во время данной проверки трансмиссия автомобиля должна быть отключена.

10. Произвести три торможения рабочей тормозной системой.

11. Зарегистрировать: коэффициент осевой неравномерности работы тормозов передней оси, удельную тормозную силу передней оси, значение параметров «овальности» для колес оси, усилия на педали при торможении (для тормозных систем с гидроприводом), время срабатывания тормозной системы. Причем два результата из трех измерений, наиболее близкие по численным значениям, следует выбрать в качестве параметра (выбирается меньшее значение из двух результатов), подлежащего регистрации. Если все три результата одинаковы, то они выбираются в качестве параметра. Также следует учитывать, что время срабатывания тормозной системы является конструктивной особенностью автотранспортного средства.

12. Повторить операции, указанные в пунктах 8-11 для другой оси автомобиля. При наличии автопоезда следует проверить все его оси.

13. Зарегистрировать коэффициент осевой неравномерности работы тормозов задней оси, удельную тормозную силу задней оси, значение параметров «овальности» для колес оси, усилия на педали при торможении (для тормозных систем с гидроприводом), время срабатывания тормозной системы.

14. Зарегистрировать общую удельную тормозную силу, значения разности (асинхронности) времени срабатывания пневматического тормозного привода звеньев автопоезда.

15. Произвести несколько торможений стояночной тормозной системой. Причем два результата из трех измерений, наиболее близкие по численным значениям следует выбрать в качестве параметра (выбирается меньшее значение из двух результатов), подлежащего регистрации. Если все три результата одинаковы, то они выбираются в качестве параметра.

16. Зарегистрировать: коэффициент осевой неравномерности работы тормозов стояночной тормозной системы, общую удельную тормозную силу стояночной тормозной системы, значение параметров «овальности» для колес оси стояночной тормозной системы (при наличии дисковых тормозов в тормозной системе с гидроприводом на той оси, где расположена стояночная тормозная система), усилие на рычаге, количество щелчков фиксатора рычага (не более 8 щелчков) при торможении (для тормозных систем с гидроприводом).

17. Зарегистрировать значение разности (асинхронности) времени срабатывания пневматического тормозного привода звеньев автопоезда.

18. Произвести несколько торможений вспомогательной тормозной системой (за исключением моторного замедлителя). Причем два результата из трех измерений, наиболее близкие по численным значениям следует выбрать в качестве параметра (выбирается меньшее значение из двух результатов), подлежащего регистрации. Если все три результата одинаковы, то они выбираются в качестве параметра.

19. Зарегистрировать значение установившегося замедления.

Основными недостатками методов стендовых испытаний тормозных систем на роликовых стендах являются нестабильность контакта колес тестируемых осей с опорными поверхностями роликов (барабанов) стенда, оказывающая существенное влияние на точность измерения показателей эффективности торможения, а также сложность, высокая стоимость и энергоемкость реализующих их средств. Причем параметры регулятора тормозных сил (давление на контрольном выводе и т. п.) должны соответствовать значениям, указанным в технической документации завода-изготовителя на автотранспортное средство.

Также при выполнении проверок технического состояния тормозных систем некоторых конструкций легковых автомобилей следует учитывать возможное влияние на работу тормозной системы с гидроприводом специальных дополнительных «антиблокировочных» клапанов. При этом также следует вводить соответствующие поправки в итоговое заключение протокола проверки технического состояния тормозной системы.

Стендовые испытания тормозных систем полноприводных АТС, в особенности с постоянным полным приводом и AWD, связаны с определенными трудностями. Тормозные системы таких машин могут быть корректно проверены только в случае, если гарантируется, что никакие тормозные моменты не будут переданы с одного колеса на другое или с одной оси на другую, чего можно добиться только в случае, когда на приводной вал межосевого дифференциала не действует никакой вращающий момент.

В настоящее время избежать возникновения вращающего момента на приводном валу дифференциала без его демонтажа можно с помощью устройства «MOREG», разработанного баварской машиностроительной компанией «МАНА» (Германия). Комплект «MOREG» представляет собою электронный блок, размещающийся в роликовом агрегате стенда и контролирующий непосредственно работу приводных моторов роликов. С этим комплектом тормозные системы полноприводных АТС могут диагностироваться даже на тормозных роликовых стендах, предназначенных для тестирования отдельных осей.

Порядок контроля гидравлических тормозных систем рассматривается на примере автомобиля Škoda Octavia (рис. 3.32). Тормозная система этого автомобиля имеет встроенный автоматический регулятор тормозных сил, расположенный между главным цилиндром и колесными механизмами, предотвращающий блокирование колес при торможении.

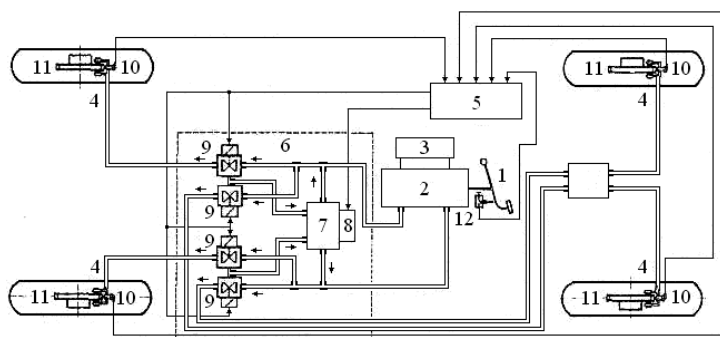


Рис. 3.32. Структурная схема тормозной системы со встроенным автоматическим регулятором тормозных сил:

1 – педаль тормоза; 2 – главный тормозной цилиндр; 3 – питающий бачок; 4 – колесный тормозной механизм; 5 – блок управления (контроллер); 6 – модулятор давления; 7 – обратный гидронасос; 8 – электродвигатель; 9 – трехпозиционные электромагнитные клапаны (нагнетающий и разгрузочный); 10 – колесный датчик; 11 – ротор колесного датчика; 12 – датчик положения педали тормоза; 13 – регулятор тормозных сил задней оси

Основным механизмом антиблокировочной системы является электрогидравлический агрегат, в состав которого входят источник тормозного усилия (гидронасос с электроприводом), гидравлический аккумулятор и блок модуляторов давления рабочей жидкости в колесных тормозных цилиндрах. Эти компоненты объединены в систему с помощью электронного блока управления.

Все автомобили Škoda Octavia второго поколения серийно оснащены дисковыми тормозными механизмами на передней и задней осях. На рис. 3.32 приведена структурная схема тормозной системы автомобиля Škoda Octavia со встроенным автоматическим регулятором тормозных сил. Этот регулятор используют для выполнения функций ABS, ASR, ESP и других.

При испытаниях рабочей тормозной системы переднеприводного автомобиля Škoda Octavia его устанавливают на барабаны передними колесами, что дает возможность устанавливать желаемую скорость движения двигателем автомобиля и измерять ее, используя штатный спидометр. Для фиксации мо-

ментов времени отпускания педали акселератора и нажатия на педаль тормоза используются штатные датчики автомобиля – датчик положения дроссельной заслонки – как датчик положения педали акселератора и датчик положения педали тормоза. При стендовых испытаниях задние колеса автомобиля не двигаются, ABS не функционирует, поэтому, как и в случае выхода из строя блока управления, усилие передается через главный тормозной орган обычным способом.

Система сбора данных. Персональный компьютер с модулем ввода аналоговых сигналов L783 и программой PowerGraf Professional расположен в системной стойке. Датчики автомобиля и стенда через разъем подключены к согласующему устройству (рис. 3.33), которое приводит их сигналы к уровню, безопасному для работы АЦП, и защищает его от повреждений [44].

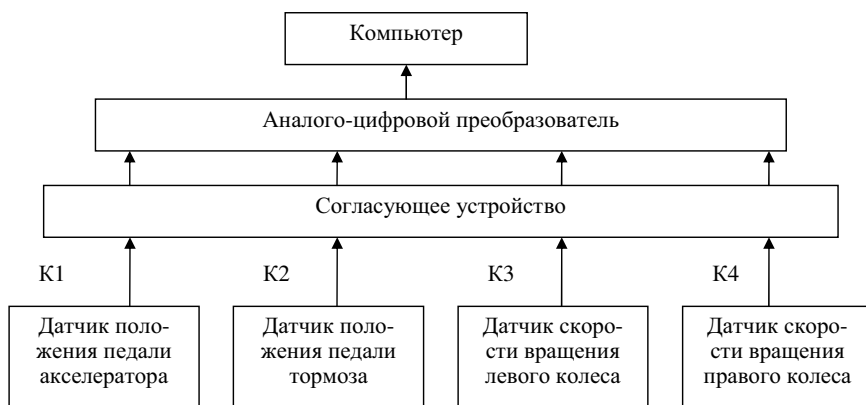


Рис. 3.33. Схема подключения датчиков автомобиля и стенда к системе сбора данных

Датчики вместе с согласующим устройством и системной стойкой образуют систему сбора данных. Разъем, расположенный на автомобиле, с помощью дополнительного кабеля перед началом работы соединяется с согласующим устройством, которое с помощью системного кабеля постоянно подключено к АЦП в соответствии со схемой, приведенной на рис. 3.33, где K1-K4 – номера каналов.

Во время работы автомобиля и стенда сигналы датчиков по системному кабелю поступают на входы АЦП. Драйвер управления модулем L783 при запуске программы загружается в ее тело и далее модуль L783 функционирует под управлением программы PowerGraf Professional. Для каждого сигнала в модуле выделяется отдельный вход и информация сохраняется в ОЗУ компьютера.

Подготовка оборудования к работе. Исходное состояние системы сбора данных:

- выключатель питания на согласующем устройстве в положении «выключено»;

- разъем информационного кабеля между автомобилем и согласующим устройством отключен.

Перед включением системы необходимо проверить заземление компьютера. Если он не заземлен, то подключите заземление.

Соблюдая ориентацию разъемов, подключите информационный кабель между автомобилем и согласующим устройством. Включите компьютер. Откройте программу PowerGraf. Включите выключатель питания на согласующем устройстве.

Кратковременно нажмите кнопку «Старт» в меню PowerGraf. Проверьте наличие сигналов на экране монитора. Если они есть, то система готова к работе.

Выбор количества графиков регистрации и настройки каналов. Количество сигналов датчиков, выведенных на разъемы для данной лабораторной работы равно четырем, но так как на стенде проводятся разные работы вместе с системой сбора данных и при открытии программы PowerGraf количество графиков может не соответствовать необходимому количеству графиков.

Установите необходимое количество графиков регистрации, выбрав в меню «Ch», «Количество графиков». Перед началом работы необходимо присвоить имена каналам, выбрать единицы измерения и масштабы графиков. При выполнении этих операций также руководствуйтесь информацией рис. 3.32. Кроме того, по заданию преподавателя следует установить в меню PowerGraf частоту регистрации АЦП (рекомендуется выбирать в диапазоне 10-50 кГц).

Режимы испытаний и запись информации. Для определения тормозных свойств автомобиля назначается режим испытаний (номер включенной передачи и скорость начала торможения) автомобиля, реализуемый водителем.

На заданном режиме диагност (механик) должен записать и сохранить в индивидуальном файле фрагмент процесса торможения. Запись происходит после нажатия на кнопку «Старт» в меню PowerGraf левой клавишей мышки перед началом торможения, а потом на кнопку «Стоп» после полной остановки автомобиля. В имя файла входит фамилия, а также информация о включенной передаче и скорости по спидометру на начало торможения автомобиля.

1. Алгоритм определения показателей работоспособности тормозной системы по результатам стендовых испытаний.

2. Над сигналами индивидуального файла, записанного в процессе испытаний, надо выполнить следующие предварительные действия:

- удалить лишние данные, расположенные до отпускания педали акселератора и после остановки автомобиля;

- отфильтровать данные от помех в канале 3 «скорость вращения левого колеса, м/с» и «скорость вращения правого колеса, м/с» в канале 4; (опция «Обработка», категория «Smoothing», функция «Smooth Tringle», количество точек 10-50);

- открыть дополнительные логические каналы, куда будут записываться вычисляемые параметры;

- присвоить имена новым каналам: «установившееся замедление левого колеса» $j_{ул}$, м/с², канал 5; «установившееся замедление правого колеса»

j_{yn} , м/с², канал 6; «пройденный путь левого колеса», м, канал 7; «пройденный путь правого колеса», м, канал 8;

- выполнить расчет масштабных коэффициентов и произвести масштабирование сигналов.

3. Формулы для определения коэффициентов и параметров процесса торможения.

Скорость автомобиля, м/с

$$V_a = 6,23 \cdot U_V. \quad (3.23)$$

Скорость автомобиля, км/ч

$$V_{a1} = 3,6 \cdot V_a. \quad (3.24)$$

При стендовых испытаниях тормозная сила трения уравнивается силами инерции вращающихся масс стэнда и колес

$$j_m \cdot m_{np} = P_T. \quad (3.25)$$

Тогда формулу (3.8) можно представить в другой форме

$$K_u = \frac{|(j_{ya} - j_{yn})|}{j_{y \max}} \cdot 100\%. \quad (3.26)$$

4. Определить следующие параметры:

- номер включенной передачи и скорость движения автомобиля по спидометру (эта информация должна быть в имени файла);
- скорость автомобиля по формуле

$$S_T = V_0 \times (0,10 + V_0/150); \quad (3.27)$$

- тормозную силу по формуле (3.7);

- замедление j_m (м/с²) путем дифференцирования графика, полученного по формуле (3.27);

- пройденный автомобилем путь (м) получают, интегрируя график, полученный по формуле (3.27);

- общее время торможения (с) по тормозной диаграмме (рис. 3.34);

- время задержки срабатывания тормозной системы (с) по тормозной диаграмме;

- реакцию водителя (с) по тормозной диаграмме.

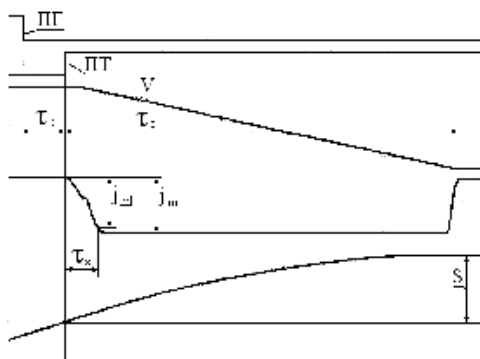


Рис. 3.34. Тормозная диаграмма и показатели торможения:

ПГ – сигнал датчика педали акселератора (газа), В; ПТ – сигнал датчика педали тормоза, В; V – скорость, м/с; j_m – установившееся замедление, м/с²; S – тормозной путь, м

Полученные результаты свести в таблицу (табл. 3.20) по формуле (3.27).

Таблица 3.20

Протокол стендовых испытаний

Показатель, параметр	Значение
Скорость в начале торможения по спидометру, км/ч	
Скорость в начале торможения по диаграмме левого колеса, км/ч	
Скорость в начале торможения по диаграмме правого колеса, км/ч	
Установившееся замедление левого колеса j_{ml} , м/с^2	
Установившееся замедление правого колеса j_{mr} , м/с^2	
Коэффициент неравномерности, %	
Общее время торможения t_T , с	
Время задержки срабатывания тормозной системы t_3 , с	
Тормозной путь, м	

3.4.7. Поиск неисправностей АБС

Контроль компонентов ABS/ASR осуществляется при ТО-1 или при промежуточном осмотре, когда световая индикация системы информирует водителя о наличии больших зазоров между датчиком скорости и зубьями диска-индуктора или о модуляции сигнала из-за биения индуктора. Индикатор загорается и горит постоянно при сбоях в работе программы управления или при нарушении контактных соединений и коротких замыканиях в цепях.

Правила эксплуатации электронных систем ABS/ASR не отличаются от правил контроля и диагностирования микропроцессорных систем. Контроль их технического состояния производят с помощью световых мигающих кодов или специального диагностического оборудования через диагностический разъем, а также с помощью диагностического комплекса на базе персонального компьютера или компьютерного диагностического комплекса фирмы, производящей систему.

Все автомобили, оснащенные системой АБС, имеют на щитке приборов контрольную лампу АБС. Эта лампа предупреждает водителя, когда блок электронного управления регистрирует сбой в системе. Кроме того, контрольная лампа включается при каждом повороте ключа зажигания во включенное положение, в качестве функции проверки лампы. При наличии неисправностей лампа не горит. Если лампа не загорается, необходимо проверить, не перегорела ли она. В противном случае сложно узнать о том, что в системе АБС возникла неисправность до тех пор, пока не столкнетесь с очевидным отказом системы в условиях, когда требуется ее правильная работа.

Если контрольный сигнал АБС загорается в начале движения и через некоторое время гаснет, это означает, что напряжение аккумуляторных батарей было слишком низким, но уже повысилось вследствие подзарядки от генератора. В этом случае следует:

- проверить, надежно ли затянуты клеммы аккумуляторных батарей;
- снять передние колеса автомобиля, электропровода датчиков частот вращения проверить на внешние повреждения.

Если вмонтированная в панель приборов автомобиля контрольная лампа АБС загорается и продолжает гореть во время движения, в первую очередь необходимо удостовериться, что стояночный тормоз полностью отпущен, а тормозная система функционирует исправно. Если все в норме, следовательно, произошел отказ АБС. В этом случае надо:

- остановить автомобиль, выключить и снова запустить двигатель;
- проверить напряжение аккумуляторной батареи (если оно ниже 10,5 В, зарядить ее).

При визуальном осмотре проверяют:

- состояние тормозных суппортов и колесных цилиндров;
- состояние и надежность крепления контактных разъемов электропроводки ЭБУ и колесных датчиков;
- соответствующие предохранители.

При загорании лампы во время движения необходимо остановиться и выключить зажигание и приборы, затем снова запустить двигатель. После включения зажигания гидравлический блок в течение 60 с восстанавливает необходимое рабочее давление в системе. Индикатор АБС загорается на 2-20 с в зависимости от величины давления в системе. Затем ЭБУ-АБС проверяет отдельные компоненты системы. В случае обнаружения каких-либо отклонений тормозная система с АБС будет работать как обычная тормозная система без АБС, а контрольная лампа будет гореть. Выход из строя системы АБС позволяет автомобилю двигаться, но требует больше внимания к скорости движения и дорожной обстановке, потому что эффективность управления резко снижается.

Если контрольная лампа погаснет, значит, напряжение в бортовой сети выше 10 В. При необходимости следует зарядить аккумуляторную батарею. Если свечение контрольной лампы не связано со снижением напряжения, следует проверить целостность проводов и соединений, связанных с концевыми датчиками. Более сложные проверки рекомендуется проводить на станциях технического обслуживания. Однако, можно выполнить контроль системы АБС самостоятельно с помощью тестера и мегомметра, измеряя напряжение или сопротивление между контактами разъема ЭБУ-АБС. Контрольные электрические величины, возможные неисправности системы АБС и методы их устранения можно найти в инструкции по эксплуатации диагностируемого автомобиля.

Большинство систем АБС выполняют функцию самоконтроля. Иногда она взаимодействует с внешними диагностическими устройствами, которые извлекают нужную информацию из запоминающих устройств электронного блока управления.

Если произошел отказ, в память ЭБУ должен быть занесен код неисправности. При диагностике и считывании кодов неисправностей предупреждающая лампочка на панели приборов будет мигать. При наличии нескольких кодов, их индикация будет начата с меньшего номера по возрастающей, вне зависимости от времени их поступления. При движении автомобиля коды неисправностей не индицируются.

Устройство самоконтроля имеет такой же принцип работы, как и устройства впрыска Mono-Jetronic и KE-Motronic. Блок памяти неисправностей может приводиться в действие только с помощью считывающего устройства V.A.G 1551. Например, на автомобилях Фольксваген (Golf и Vento) имеется специальный блок управления (J104), который сначала устанавливался впереди справа (в зоне ног), а сейчас располагается справа под задним сидением. Этот 55-тиканальный блок управления оснащен 55-типолосным штепсельным разъемом и регистратором неисправностей. В составе вычислительной системы имеются два диагностических разъема: один служит для подключения внешнего диагностического устройства по стандарту ISO 9141, а другой – для подключения внешнего декодера сигналов неисправностей.

Существуют специальные диагностические таблицы, в которых все потенциально возможные неисправности, распознаваемые блоком управления (J104), перечислены в порядке возрастания их пятизначных кодов-идентификаторов и указаны возможные причины неисправностей и способы их устранения.

Ряд неисправностей тормозной системы АБС распознаются при скоростях более 40 км/ч. В этой связи весьма эффективно испытание автомобилей на специальных стендах с беговыми барабанами, позволяющих развивать скорость до 70-80 км/ч. Проверяется состояние электроники, а ее взаимодействие с механическими, гидравлическими и другими системами нужно оценивать по выходным параметрам. Эти системы нужно изучать, уметь ими пользоваться, но нельзя ограничиваться только ими. Внешняя диагностика еще долго будет необходимой частью системы технического обслуживания и ремонта автомобилей.

Например, если информация, выведенная принтером дефектопечатающего тестера V.A.G 1551 под кодовым номером 01276, свидетельствует о неисправности гидронасоса АБС (Hydroulikpumpe ABS), то возможными ее причинами могут быть неисправности электропроводки, штепсельных разъемов, реле гидронасоса, самого насоса АБС или его датчика. Способы устранения неисправности – проверка указанных элементов. Проверка проводится в режиме электротестирования по этапам.

Самоконтроль и распознавание неисправностей электрических и электронных компонентов АБС осуществляется благодаря их электрической связи с блоком управления. Дефекточитающий прибор V.A.G 1551 фиксирует неисправности и неполадки при работе АБС и регистрирует их в долговременной памяти. Неисправности классифицируются по приоритетности: отказы электромагнитных клапанов имеют высший приоритет, а спорадически возникающие неполадки – низший.

Система самоконтроля позволяет генерировать и сохранять код неисправности (если блок управления обнаруживает неисправность). В зависимости от автомобиля коды неисправностей высвечиваются контрольной лампой АБС (код задается последовательностью и числом вспышек) или извлекаются с помощью сканера или прибора для считывания кодов неисправности через диагностический разъем (обратитесь к соответствующему руководству по обслуживанию и ремонту).

Таким образом, основными этапами поиска неисправностей являются:

- диагностирование технических систем (механической, гидрогазодинамической, электрической), начиная с изучения конструкции, типовых неисправностей и их диагностических параметров;

- диагностику любой электрической системы всегда начинают с проверки плавких предохранителей. Если обнаруживается перегоревший предохранитель, следует определить, почему предохранитель перегорел. Нельзя заменять плавкий предохранитель предохранителем, рассчитанным на более высокую силу тока, или куском фольги;

- проверить аккумулятор и убедиться в том, что он полностью заряжен. Работа системы АБС зависит от правильной подачи напряжения. Аккумуляторы должны давать 12 или 13 В при выключенном двигателе и приблизительно 14,2 В при работающем двигателе;

- убедиться в надежности стыковки всех электрических разъемов системы АБС. Следует помнить, что нельзя разъединять или соединять любые электрические разъемы при включенном зажигании;

- проверить зазоры между датчиками скорости колеса и соответствующими импульсными колесами. Хотя нормальные значения варьируются, значение зазора должно быть в пределах 0,5-1,0 мм. Кроме того, нужно удостовериться в том, что датчики или импульсные колеса не повреждены;

- выполнить инструментальный контроль выходных сигналов блока управления на короткое замыкание, на обрыв проводников, на сопротивление электрической цепи;

- проверить системные действия исполнительных механизмов на достоверность и адекватность реагирования на команды блока управления.

Кроме использования заводских руководств по эксплуатации системы, оснащенные АБС, имеют те же неисправности, что и автомобили, у которых нет системы АБС.

Причины и способы устранения неисправностей тормозной системы приведены в табл. 3.21.

Таблица 3.21

Причины и способы устранения неисправностей тормозной системы

Неисправность	Причина	Способ устранения
Повышенный свободный ход педали тормоза	Наличие частичного или полного износа тормозных колодок, тяжелый ход установочного механизма. Отказ одного тормозного контура. Неправильная регулировка барабанного тормоза	Обеспечить легкость хода установочного механизма или заменить тормозные колодки. Проверить утечки тормозной жидкости в тормозных контурах. Отрегулировать барабанный тормоз
Проваливается и пружинит педаль тормоза	Наличие воздуха в тормозной системе. В расширительном бачке мало тормозной жидкости. Образование пузырьков пара. Проявляется при большой нагрузке на тормозную систему	Удалить воздух из тормозной системы. Долить жидкость в расширительный бачок. Удалить воздух из тормозной системы. Заменить тормозную жидкость. Удалить воздух из тормозной системы

Продолжение табл. 3.21

Неисправность	Причина	Способ устранения
Снижение эффективности торможения, «жесткая» педаль тормоза	Утечки в трубопроводе. Повреждение манжет в главном тормозном или в колесных цилиндрах. Повреждение стационарного резинового уплотнения в дисковых тормозах	Подтянуть крепления или заменить трубы. Заменить манжеты. Заменить внутренние детали главного тормозного цилиндра или сам цилиндр. Отремонтировать тормозной суппорт
Снижение эффективности торможения, несмотря на большое усилие на педаль тормоза	Замасливание накладок тормозных колодок. Несоответствующие тормозные колодки. Неисправность гидроусилителя. Наличие износа накладок тормозных колодок в дисковых тормозах. Коррозия цилиндра суппорта	Заменить накладки. Заменить тормозные колодки. Устанавливать только тормозные колодки, соответствующие модели автомобиля. Отремонтировать. Заменить тормозные колодки. Заменить суппорт
При торможении автомобиль уходит в одну сторону	Неправильное давление в шинах. Наличие одностороннего износа шин. Замаслены накладки тормозных колодок. Различный материал накладок тормозных колодок на одной оси.	Проверить давление в шинах и откорректировать. Заменить изношенные шины. Заменить накладки. Заменить тормозные колодки. Устанавливать только тормозные колодки, соответствующие модели автомобиля.
	Повреждение поверхностей накладок тормозных колодок. Загрязнение шахт тормозных суппортов в дисковых тормозах. Коррозия цилиндра суппорта. Неравномерное изнашивание тормозных колодок. Заклинивание поршней в колесных цилиндрах барабанных тормозов	Заменить накладки. Очистить посадочные и направляющие шахты колодок в тормозном суппорте. Заменить суппорт. Заменить тормозные колодки (на обоих колесах). Отремонтировать колесные цилиндры
Притормаживание колес	Засорено компенсационное отверстие в главном тормозном цилиндре. Малый зазор между тягой и поршнем главного тормозного цилиндра	Очистить цилиндр и заменить внутренние детали. Проверить и отрегулировать зазор

Неисправность	Причина	Способ устранения
Разогрев тормозов в движении	Засорено компенсационное отверстие в главном тормозном цилиндре. Малый зазор между тягой и поршнем главного тормозного цилиндра. Засорено дроссельное отверстие в специальном клапане избыточного давления в главном тормозном цилиндре дисковых тормозов. Ослаблены возвратные пружины тормозных колодок в барабанных тормозах	Очистить цилиндр и заменить внутренние детали. Проверить и отрегулировать зазор Очистить отверстие и заменить внутренние детали. Заменить тормозную жидкость. Заменить возвратные пружины
Стук тормозов	Несоответствующие тормозные колодки. Частичная коррозия тормозных дисков в дисковых тормозах. Боковое биение тормозных дисков. Наличие износа тормозных колодок. Овальность тормозного барабана	Заменить тормозные колодки. Устанавливать только тормозные колодки, соответствующие модели автомобиля. Тщательно отшлифовать тормозные диски. Проточить или заменить тормозные диски. Заменить тормозные колодки. Расточить или заменить тормозной барабан
Накладки тормозных колодок не отделяются от тормозного диска. Колесо тяжело проворачивается рукой	Коррозия цилиндра тормозного суппорта	Отремонтировать или заменить тормозной суппорт
Неравномерное изнашивание тормозных колодок	Несоответствующие тормозные колодки в дисковых тормозах. Загрязнение тормозного суппорта. Тяжелый ход поршней. Негерметичность тормозной системы.	Заменить тормозные колодки. Устанавливать только тормозные колодки, соответствующие модели автомобиля. Очистить шахты тормозного суппорта. Проверить установку поршней. Проверить тормозную систему и устранить негерметичность
Клинообразное изнашивание тормозных колодок	Специально для дисковых тормозов: тормозной диск не параллелен тормозному суппорту. Коррозия в тормозном суппорте. Неправильная работа поршня	Проверить плоскости установки тормозного суппорта. Очистить тормозной суппорт. Проверить установку поршней

Неисправность	Причина	Способ устранения
Скрип тормозов, в том числе пропадающий после первых торможений (после долгой стоянки в условиях повышенной влажности)	Климатические воздействия (влажность). Несоответствующие тормозные колодки в дисковых тормозах. Тормозной диск не параллелен тормозному суппорту. Загрязнение тормозного суппорта. Ослабление распорных пружин. Несоответствующие тормозные колодки в барабанных тормозах. Неполное прилегание тормозной колодки. Загрязнение тормозов. Ослабление возвратной пружины	Не требует ремонта. Заменить тормозные колодки. Устанавливать только тормозные колодки, соответствующие модели автомобиля. Проверить плоскости установки тормозного суппорта. Очистить шахты тормозного суппорта. Заменить распорные пружины. Заменить тормозные колодки. Заменить тормозные колодки. Очистить колесные тормоза. Заменить возвратную пружину
Пульсация тормозов	Функционирование АБС. Повышенное биение или отклонение от нормальной толщины тормозного диска. Тормозной диск не параллелен тормозному суппорту. Нарушение плоскости прилегания диска колеса и тормозного барабана в барабанном тормозе, вследствие чего возник перекос барабана	Не требует ремонта. Проверить биение и толщину. Диск обточить или заменить. Проверить плоскости установки тормозного суппорта. Можно попытаться поменять места диски колес. Лучше расточить тормозной барабан с колесом на токарном станке

3.4.8. Контроль электрооборудования электрических систем АБС

Электрооборудование целесообразно контролировать на клеммах разъема вычислительного устройства в случаях, когда:

- автомобиль не оборудован устройством автодиагностики (модели до 1991 г.);
- считываемые неисправности не указывают на причину их появления;
- идентификация кода неисправностей приводит к необходимости точного контроля.

При контроле электрооборудования предохранители должны быть в рабочем состоянии, провод «массы» электронного блока должен находиться в норме, а батарея должна быть заряженной. При контроле на клеммах разъема электронного блока, чтобы не повредить наконечники разъема, рекомендуется включить вместо электронного блока клеммник.

Значения контролируемых параметров приведены в табл. 3.22. При снятии гидроблока необходимо:

- выключить контакт;
- снизить давление;
- отключить батарею;

- снять защитный лист гидроблока;
- отключить электроразъемы гидроблока;
- откачать шприцем тормозную жидкость из компенсационного бачка;
- отсоединить трубопроводы гидроблока;
- закрыть трубопроводы пробками;
- снять ось тормозной тяги;
- отвернуть гайки крепления центрального блока гидросистемы;
- снять гидроблок.

Устанавливают гидроблок в порядке, обратном снятию. После установки надо прокачать контур.

При замене датчика переднего колеса для его снятия надо приподнять автомобиль с соответствующей стороны, снять колесо, отвернуть винт крепления датчика, снять датчик и отсоединить крепление провода датчика.

Перед установкой датчика следует проверить его посадочное место (наличие окисления, заусенец). Затем надо смазать место расположения датчика подшипниковой смазкой, поставить на датчик новую кольцевую прокладку и установить датчик на место, закрепить датчик на ступице, подключить электроразъем и закрепить провод, установить колесо и опустить автомобиль на место.

Таблица 3.22

Значения контролируемых диагностических параметров АБС и условия их контроля

Этап контроля	Контакты устройства V.A.G 1598	Контролируемый параметр или прибор	Условия контроля	Значение (состояние) контролируемого параметра или состояние прибора	Действия в случае отклонения значения параметра от заданного
1	2+1	Напряжение на приборе АБС	Контакт зажигания включен	Равно напряжению батареи	Проверить провод, соединяющий контакт 1 с «массой». Проверить провод, соединяющий контакт 2 с контактом пластины реле
2	3+1	Напряжение реле АБС	Контакт зажигания включен. Снять предохранитель S16, зашунтировать контакты 2 и 8 на V.A.G 1598. После измерения убрать перемычку между контактами 2 и 8, установить предохранитель S16 на место	Равно напряжению батареи	Проверить провод, соединяющий контакт 1 с «массой» (см. 9-й этап контроля). Проверить провод, соединяющий контакт 3 с «+» батареи через реле (см. 24-й этап контроля)

Этап контроля	Контакты устройства V.A.G 1598	Контролируемый параметр или прибор	Условия контроля	Значение (состояние) контролируемого параметра или состояние прибора	Действия в случае отклонения значения параметра от заданного
3	12+1	Напряжение контактора сигнала	Контакт зажигания включен. Нажать педаль тормоза	Равно напряжению батареи	Проверить предохранитель и контактор сигнала «STOP». Проверить провод, соединяющий контакт 1 с «массой». Проверить провод, соединяющий контакт 12 с контактом пластины реле
4	32+1	Напряжение реле насоса АБС	Контакт зажигания выключен. Отключить штекер T2 на гидронасосе, нажать 20 раз на педаль тормоза, включить контакт зажигания. После измерения включить штекер T2	Равно напряжению батареи	Проверить провод, соединяющий контакт 1 с «массой» (см. 12-й этап контроля). Проверить провод, соединяющий контакт 32 с «+» батареи через реле и предохранитель (см. 23-й этап контроля)
5	4+22	Напряжение датчика заднего правого колеса. Сигналы напряжения	Автомобиль приподнят, контакт зажигания выключен. Вращать заднее правое колесо со скоростью 1 с^{-1}	75 мВ, переменное напряжение	Проверить штекер T2 и установку датчика режима (см. 16-й и 20-й этапы контроля)
6	6+24	Напряжение датчика заднего левого колеса. Сигналы напряжения	Автомобиль приподнят, контакт зажигания выключен. Вращать заднее левое колесо со скоростью 1 с^{-1}	75 мВ, переменное напряжение	Проверить штекер T2 и положение датчика режима (см. 17-й и 21-й этапы контроля)
7	7+25	Напряжение датчика переднего правого колеса. Сигналы напряжения	Автомобиль приподнят, контакт зажигания выключен. Вращать заднее правое колесо со скоростью 1 с^{-1} . Вращать переднее правое колесо со скоростью 1 с^{-1}	75 мВ, переменное напряжение	Проверить штекер T2 и положение датчика режима (см. 18-й и 22-й этапы контроля)

Этап контроля	Контакты устройства V.A.G 1598	Контролируемый параметр или прибор	Условия контроля	Значение (состояние) контролируемого параметра или состояние прибора	Действия в случае отклонения значения параметра от заданного
8	5+23	Напряжение датчика переднего левого колеса. Сигналы напряжения	Вращать переднее левое колесо со скоростью 1 с^{-1}	75 мВ, переменное напряжение	Проверить штекер T2 и положение датчика режима (см. 19-й и 23-й этапы контроля)
9	1+3	Соппротивление реле АБС	Контакт зажигания выключен	Максимум 1,5 Ом	Проверить провод, соединяющий контакт 3 с «массой» гидроблока через реле. Проверить провод, соединяющий контакт 1 с «массой». Если нет обрыва, заменить реле
10	1+20	Соппротивление реле АБС	Контакт зажигания выключен	Максимум 1,5 Ом	Проверить провод, соединяющий контакт 20 с «массой» гидроблока через реле. Проверить провод, соединяющий контакт 1 с «массой». Если нет обрыва, заменить реле
11	1+11	Соппротивление впускных и выпускных клапанов	Контакт зажигания выключен	Максимум 1,5 Ом	Проверить провод, соединяющий контакт 11 с «массой» через гидроблок. Проверить провод, соединяющий контакт 1 с «массой»
12	1+14	Соппротивление реле гидронасоса АБС и «массы» контактора высокого давления	Контакт зажигания выключен. Нажать 20 раз на педаль тормоза до упора	Максимум 1,5 Ом	Проверить провод, соединяющий контакт 14 с реле и «массой» через контактор высокого давления. Проверить провод, соединяющий контакт 1 с «массой». Проверить прохождение тока через контактор высокого давления

Этап контроля	Контакты устройства V.A.G 1598	Контролируемый параметр или прибор	Условия контроля	Значение (состояние) контролируемого параметра или состояние прибора	Действия в случае отклонения значения параметра от заданного
13	9+10	Сопrotивление манометрического выключателя сигнала тревоги (уровня тормозной жидкости АБС)	Уровень тормозной жидкости в норме. Контакт зажигания включен. Подождать отключения насоса (накопитель заполнен)	Максимум 1,5 Ом	Проверить провод, соединяющий контакты 9 и 10 через контакт тревоги (см. 14-й и 15-й этапы контроля)
14	9+10	Сопrotивление манометрического сигнала тревоги (уровня тормозной жидкости АБС)	Уровень тормозной жидкости в норме. Контакт зажигания включен. Нажать 20 раз на педаль тормоза до упора. Накопитель пустой	Минимум 100 кОм (диапазон 200 кОм)	Если сигнал манометрического выключателя тревоги проходит по контактам 3- и 5-контактного разъема на гидроблоке, значит, он неисправен (см. 15-й этап контроля)
15	9+10	Сопrotивление контакта сигнала тревоги (уровня тормозной жидкости АБС)	Включить контакт зажигания и подождать отключения насоса (накопитель заполнен). Выключить контакт зажигания. Вытащить из бачка тормозной жидкости контакт тревоги уровня тормозной жидкости	Минимум 100 кОм (диапазон 200 кОм) При выходе поплавка контакта тревоги из жидкости (уровень ниже отметки «min»)	Если сигнал проходит через контакт тревоги, когда он находится вне тормозной жидкости, значит, контакт неисправен. Заменить контакт тревоги уровня тормозной жидкости
16	4+22	Сопrotивление датчика режима заднего правого колеса	Контакт зажигания выключен	0,8-1,4 кОм	Проверить штекерный разъем. Проверить сопротивление датчика режима (0,8-1,4 кОм). Проверить провод датчика режима (см. 20-й этап контроля)
17	6+24	Сопrotивление датчика режима заднего левого колеса	Контакт зажигания выключен	0,8-1,4 кОм	То же (см. 21-й этап контроля)

Этап контроля	Контакты устройства V.A.G 1598	Контролируемый параметр или прибор	Условия контроля	Значение (состояние) контролируемого параметра или состояние прибора	Действия в случае отклонения значения параметра от заданного
18	7+25	Сопротивление датчика режима переднего правого колеса	Контакт зажигания выключен	0,8-1,4 кОм	То же (см. 22-й этап контроля)
19	5+23	Сопротивление датчика режима переднего левого колеса	Контакт зажигания выключен	0,8-1,4 кОм	То же (см. 23-й этап контроля)
20	1+24	Сопротивление экранированного провода датчика режима заднего правого колеса	Контакт зажигания выключен	Минимум 100 кОм	Проверить, нет ли повреждений провода (следы трения)
21	1+6	Сопротивление экранированного провода датчика режима заднего левого колеса	Контакт зажигания выключен	Минимум 100 кОм	Проверить, нет ли повреждений провода (следы трения)
22	1+7	Сопротивление экранированного провода датчика переднего правого колеса	Контакт зажигания выключен	Минимум 100 кОм	Проверить, нет ли повреждений провода (следы трения)
23	1+5	Сопротивление экранированного провода датчика переднего левого колеса	Контакт зажигания выключен	Минимум 100 кОм	Проверить, нет ли повреждений провода (следы трения)
24	1+8	Сопротивление реле АБС	Минимум 100 кОм	50-100 Ом	Проверить провод, соединяющий контакт 8 с «массой» через реле. Проверить сопротивление обмотки реле. При несоответствии сопротивлению контрольному значению зачистить контакты

Этап контроля	Контакты устройства V.A.G 1598	Контролируемый параметр или прибор	Условия контроля	Значение (состояние) контролируемого параметра или состояние прибора	Действия в случае отклонения значения параметра от заданного
25	1+18	Сопротивление главного клапана	Контакт зажигания выключен	2-5 Ом	Проверить провод, соединяющий контакт 18 с «массой» через клапан. Проверить сопротивление электромагнитного клапана. Если он неисправен, заменить сервотормоз с главным цилиндром (см. 33-й этап контроля)
26	11+17	Сопротивление впускного клапана заднего колеса	Контакт зажигания выключен	5-7 Ом	Проверить провод, соединяющий контакт 17 с «массой» через клапан. Проверить сопротивление электромагнитного клапана. Если он неисправен, заменить золотниковый распределитель
27	11+15	Сопротивление впускного клапана переднего правого колеса	Контакт зажигания выключен	5-7 Ом	Проверить провод, соединяющий контакт 15 с «массой» через клапан. Проверить сопротивление электромагнитного клапана. Если он неисправен, заменить золотниковый распределитель
28	11+35	Сопротивление впускного клапана переднего левого колеса	Контакт зажигания выключен	5-7 Ом	Проверить провод, соединяющий контакт 35 «массой» через клапан. Проверить сопротивление электромагнитного клапана. Если он неисправен, заменить золотниковый распределитель
29	11+33	Сопротивление впускного клапана заднего колеса	Контакт зажигания выключен	3-5 Ом	Проверить провод, соединяющий контакт 33 «массой» через клапан. Проверить сопротивление электромагнитного клапана. Если он неисправен, заменить золотниковый распределитель

Этап контроля	Контакты устройства V.A.G 1598	Контролируемый параметр или прибор	Условия контроля	Значение (состояние) контролируемого параметра или состояние прибора	Действия в случае отклонения значения параметра от заданного
30	1+17	Сопротивление выпускного клапана переднего правого колеса	Контакт зажигания выключен	3-5 Ом	Проверить провод, соединяющий контакт 34 «массой» через клапан. Проверить сопротивление электромагнитного клапана. Если он неисправен, заменить золотниковый распределитель
31	11+16	Сопротивление выпускного клапана переднего левого колеса	Контакт зажигания выключен	5-7 Ом	Проверить провод, соединяющий контакт 16 с «массой» через клапан. Проверить сопротивление электромагнитного клапана. Если он неисправен, заменить золотниковый распределитель
32	2+14	Сопротивление реле гидронасоса	Контакт зажигания выключен	50-100 Ом	Проверить провод, соединяющий контакты 2 и 14 через реле. Проверить сопротивление обмотки реле. При несоответствии сопротивления контрольному значению заменить реле
33	Мост 2-18	Главный клапан	Контакт зажигания выключен. Нажать на педаль тормоза до упора и не снимать ногу с педали. Включить контакт зажигания	Включив зажигание, водитель чувствует давление, передающееся от педали к ноге	Клапан неисправен. Заменить сервотормоз с главным цилиндром
34	Мост 2-18	Уровень жидкости в гидронасосе АБС	Контакт зажигания выключен. Нажать 20 раз на педаль тормоза (освободить накопитель). Заметить уровень тормозной жидкости в бачке. Включить контакт зажигания	Понижение уровня жидкости в бачке на 1 см	Проверить провод, проходящий от «+» к «-» батареи через предохранитель реле и гидронасос. Если нет обрыва провода, заменить насос

Этап контроля	Контакты устройства V.A.G 1598	Контролируемый параметр или прибор	Условия контроля	Значение (состояние) контролируемого параметра или состояние прибора	Действия в случае отклонения значения параметра от заданного
35	Мост 2-17-33	Задние колеса	Автомобиль приподнят. Контакт зажигания выключен. Нажать на педаль тормоза. Включить контакт зажигания, нажать на педаль тормоза	Блокировка задних колес	Золотниковый распределитель неисправен, заменить его
36	Мост 2-15-34	Переднее правое колесо	Автомобиль приподнят. Контакт зажигания выключен. Нажать на педаль тормоза. Включить контакт зажигания, нажать на педаль тормоза	Блокировка переднего правого колеса	Золотниковый распределитель неисправен, заменить его
37	Мост 2-16-25	Переднее левое колесо	Автомобиль приподнят. Контакт зажигания выключен. Нажать на педаль тормоза. Включить контакт зажигания, нажать на педаль тормоза	Блокировка переднего левого колеса	Золотниковый распределитель неисправен, заменить его

Контрольные вопросы

1. На какие типы разделяют тормозные системы?
2. Приведите основные тормозные свойства автомобилей.
3. Приведите классификацию колесных транспортных средств в соответствии с ДСТУ 3649:2010.
4. Какими методами контролируют эффективность тормозных систем?
5. Какие нормативы времени срабатывания тормозной системы?
6. От каких параметров зависит тормозной момент системы?
7. Привести основные компоненты тормозной системы и их назначение.
8. Какие бывают типы барабанных тормозов?
9. Какие существуют виды дисковых тормозов?
10. Охарактеризуйте преимущества и недостатки дисковых и барабанных тормозов.
11. Как производят регулирование тормозных систем?
12. Какие бывают варианты систем АБС.
13. Приведите системы и компоненты электронного управления торможением автомобиля.
14. Приведите варианты разделения контуров тормозного привода.

15. Какие функции входят в электронное управление тормозной системы?
16. Приведите компоненты системы контроля АБС и тягового усилия TSB.
17. Приведите компоненты системы стабилизации (ESP) автомобиля.
18. Как производится торможение электрогидравлической системой (SBC)?
19. Приведите компоненты системы SBC и ее специфические функции.
20. Приведите основные диагностические параметры тормозных систем.
21. По каким параметрам определяется состояние отдельных элементов тормозного привода?
22. Приведите методы диагностирования тормозной системы.
23. Как контролируют тормозные механизмы и приводы тормозов?
24. Как осуществляют контроль давления в тормозной системе?
25. Как контролируют дисковые и барабанные тормоза?
26. Как производятся дорожные испытания рабочей тормозной системы?
27. Приведите показатели эффективности рабочей тормозной системы транспортных средств по стандартам ДСТУ 3649:2010.
28. Какое назначение стояночной вспомогательной и аварийной тормозных систем?
29. Приведите параметры эффективности тормозной системы.
30. Как производят регулировку стояночного тормоза?
31. Как определяют замедление при использовании деселерометра?
32. Как определяют неисправности тормозной системы по граф-моделям причинно-следственных связей?
33. Приведите преимущества диагностирования тормозных систем на стендах.
34. Какие применяются принципы стендового диагностирования тормозов?
35. Приведите методы и режимы силовых и инерционных испытаний автомобилей.
36. Приведите разновидности стендовых методов испытаний тормозных систем транспортных средств в зависимости от конструкции стенда.
37. Какие основные критерии оценки технического состояния тормозных систем транспортных средств?
38. Приведите нормативы эффективности торможения рабочей и аварийной тормозными системами автотранспортных средств при стендовых испытаниях.
39. Приведите алгоритм контроля тормозов автомобилей, оборудованных аналоговыми системами управления.
40. Приведите диаграмму торможения автомобиля и объясните процессы торможения.
41. Как влияет износ тормозных накладок на время нарастания давления в тормозном приводе?
42. Как влияет завоздушивание тормозной системы на давление в приводе?
43. Приведите нормальную тормозную диаграмму.
44. Приведите алгоритм функционирования антиблокировочных систем и диапазоны регулирования АБС.
45. Как влияет структура установки системы автоматического регулирования и характеристики исполнительных механизмов на рабочий процесс АБС?
46. Приведите компоненты системы управления АБС.
47. Какие отличительные особенности самодиагностики АБС?
48. Приведите программно-аппаратные средства стендовых испытаний тормозных систем автомобиля с АБС.
49. Приведите алгоритм диагностирования тормозной системы на стенде с беговыми барабанами.
50. Приведите схему подключения датчиков автомобиля к системе сбора данных.
51. Как распознать наличие неисправности АБС с помощью контрольной лампы панели приборов автомобиля?
52. Какие первые операции визуального контроля необходимо выполнить, чтобы убедиться в исправности системы АБС?
53. Приведите основные этапы поиска неисправностей АБС.

4. СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТРАНСМИССИИ

4.1. Основные объекты и параметры диагностирования трансмиссии

Практически все современные автоматические трансмиссии автомобилей имеют объекты механических, гидравлических и электрических (электронных) систем, работа которых согласована с управлением двигателя.

Диагностирование гидравлических и электронных систем автоматических трансмиссий рассматривается в отдельных разделах настоящего учебника: гидравлических – в разделе 10, электрических – в разделе 11.

Основными объектами диагностирования механических систем являются зубчатые передачи, подшипниковые узлы и шлицевые соединения, система переключения передач (коробка и сцепление), валы передач мощности и крутящего момента от двигателя к ведущим колесам.

Общими диагностическими параметрами механической трансмиссии являются:

- допустимые и предельные значения свободного и полного хода педали;
- свободный ход наружного кольца, вилки включения сцепления;
- пробуксовка или неполное включение сцепления;
- коробление ведомого диска (торцевое биение);
- зазоры в подшипниках карданной передачи;
- боковой зазор между зубьями отдельной зубчатой пары;
- суммарный угловой зазор в зубчатых зацеплениях коробки передач или главной передачи;
- осевой или радиальный зазор в подшипниковых узлах качения;
- суммарный угловой зазор трансмиссии;
- КПД трансмиссии;
- биение карданного вала;
- уровень вибрации;
- усилие включения и переключения передач;
- угловое ускорение в динамическом (знакопеременном) режиме;
- установившаяся температура в агрегатах трансмиссии;
- уровень масла в агрегатах трансмиссии;
- температура рабочей жидкости в бачке;
- содержание продуктов изнашивания в масле агрегатов;
- состояние масла и рабочей жидкости (запах, цвет, прозрачность, вязкость);
- отсутствие течи масла (рабочей жидкости) через прокладочные поверхности, сальники и манжеты, через трещины и поры в стенках картера, заливную горловину, сапун вентиляции.

Структурные и диагностические параметры коробок переключения передач (КПП) и карданных передач, валов и опор передач с механической системой управления приведены в табл. 4.1.

Общие диагностические параметры главной передачи трансмиссии автомобиля Toyota Land Cruiser 100 приведены в табл. 4.2.

Диагностические параметры и признаки отдельных узлов трансмиссии современных автомобилей представлены на рис. 4.1.

Таблица 4.1

Основные объекты и диагностические параметры трансмиссии с механическим управлением

Структурный параметр	Диагностический параметр
Сцепление	
Износ фрикционных накладок	Скорость проскальзывания ведомого диска под нагрузкой. Крутящий момент
Момент трения	Свободный ход педали привода сцепления. Рабочая температура картера сцепления
Коробка передач, увеличитель крутящего момента, главная и конечная передачи	
Профиль, ширина зубьев колес, износ зубьев, элементов подшипников, шлицевых соединений	Суммарный угловой зазор в сопряжениях зубьев, геометрия и размеры зубьев, пятно контакта зубьев. Параметры углового ускорения вала. Концентрация продуктов износа и абразива в масле (рабочей жидкости). Параметры шума и вибрации. Рабочая температура корпусных деталей. Герметичность уплотнений. Радиальный зазор в подшипниках, зазор в сопряжениях «подшипник-корпус», «подшипник-вал». Биение валов. Толщина шлицев, зазор в шлицевых соединениях
Полнота включения и выключения передач	Перемещение рычага
Карданная передача	
Износ цапф и опор кре-стовины	Угловой зазор
Изгиб карданного вала и вилок	Биение вала и вилок
Цепная передача	
Натяжение цепи	Стрела прогиба. Угол прогиба
Износ цепи	Шаг цепи
Износ звездочек	Толщина зубьев. Угловой зазор в посадочном соединении с валом
Ременная передача	
Натяжение ремня	Угол прогиба. Стрела прогиба
Износ шкивов	Размеры ручьев. Угловой зазор в посадочном соединении с валом
Валы и опоры карданных цепных и ременных передач	
Износ и изгиб валов	Радиальное перемещение вала. Параметры вибрации. Биение вала
Износ подшипников	Радиальное перемещение вала. Параметры вибрации. Рабочая температура корпуса

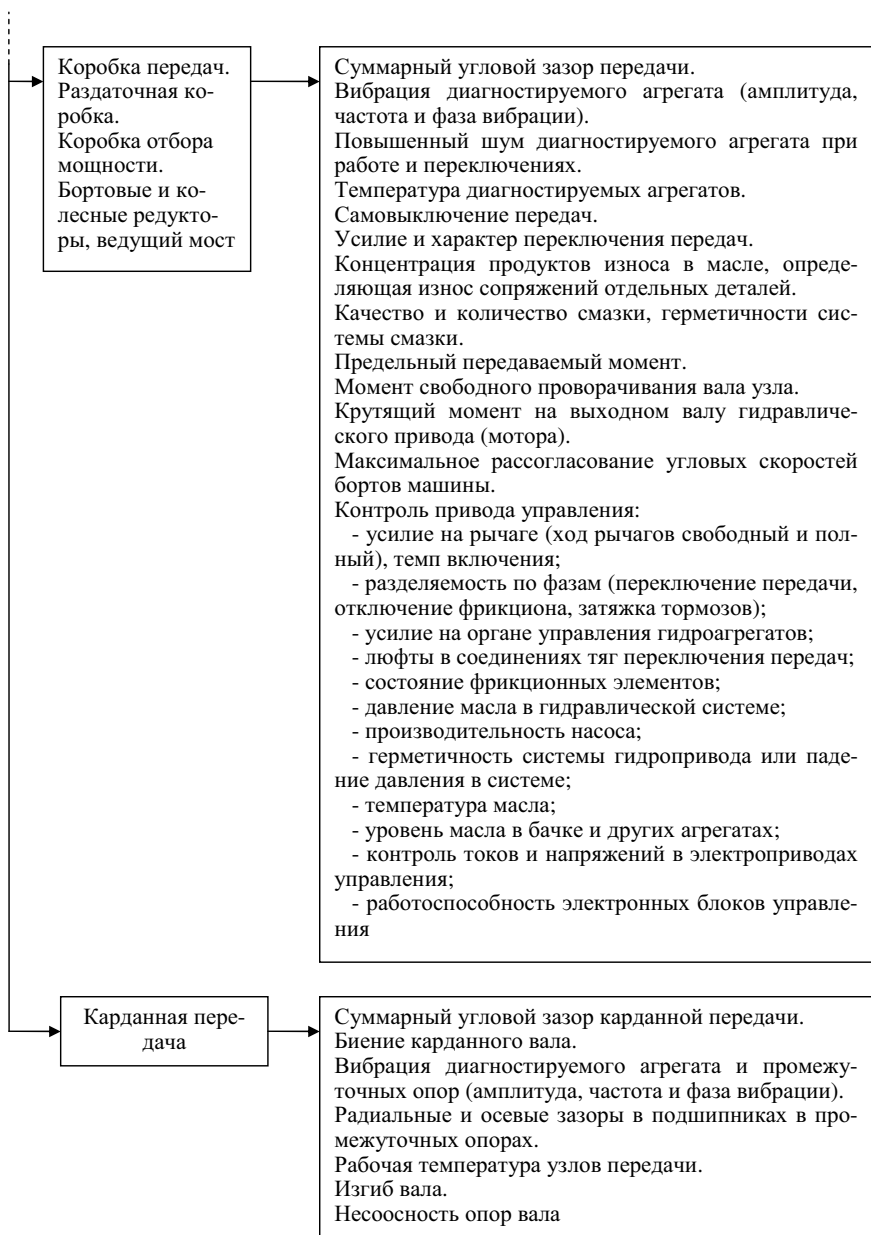
Структурный параметр	Диагностический параметр
Предохранительная муфта	
Крутящий момент муфты	Крутящий момент срабатывания муфты

Таблица 4.2

Диагностические параметры главной передачи

Параметры	Значения параметра
Передаточное отношение главной передачи раздаточной коробки (H4/L4)	1,000/2,488
Осевой люфт карданного шарнира, мм	0,05
Биеение фланца переднего дифференциала, мм	0,1
Преднатяг подшипника передней ступицы, Н·м	28-56
Преднатяг подшипника задней ступицы, Н·м	26-57
Преднатяг ведущей шестерни переднего дифференциала, Н·м	0,4-0,8
Преднатяг ведущей шестерни заднего дифференциала, Н·м	0,6-1,0
Глубина установки сальника дифференциала, мм	1
Расстояние от среза корпуса полуоси до торца гайки, мм	0,2-0,9

**Рис. 4.1. Диагностические параметры отдельных узлов трансмиссии**



Продолжение рис. 4.1

Изменение суммарных угловых зазоров зависит от наработки. После периода приработки наблюдается незначительный рост суммарного углового зазора, но при определенной наработке наступает период прогрессирующего из-

носа сопряжений, когда угловые зазоры механических передач увеличиваются в 6-5 раз.

Предельные значения угловых зазоров в трансмиссии грузовых автомобилей составляет в карданной передаче $5-6^\circ$, в коробке передач – $5-15^\circ$, в главной передаче – $55-65^\circ$, суммарный угловой зазор в трансмиссии – не более 50° .

На легковых автомобилях обычно устанавливаются дисковые сухие сцепления с диафрагменными пружинами, которые могут приводиться в действие с помощью троса или гидравлического передаточного механизма, воздействующего на вилку и подшипник выключения сцепления.

Основными деталями сцепления являются нажимной диск, ведомый или фрикционный диск и подшипник выключения сцепления. Между маховиком и нажимным диском находится ведомый диск, который может перемещаться по шлицам ведущего вала коробки передач. Подшипник выключения сцепления (выжимной) устанавливается на вилку выключения сцепления и действует на пальцы мембранной пружины нажимного диска.

При работающем двигателе и отпущенной педали сцепления мембранная пружина плотно прижимает ведущий и ведомый диски и маховик друг к другу. Крутящий момент передается через фрикционные поверхности маховика и нажимного диска на фрикционные накладки ведомого диска и от него на ведущий вал коробки передач.

При нажатии на педаль сцепления усилие передается с помощью гидравлического механизма или троса на вилку выключения сцепления. Вилка перемещает подшипник, который передает усилие на пальцы мембранной пружины. Усилие со стороны пружины на нажимной диск ослабевает, и нажимной диск и маховик продолжают вращаться, в то время как ведомый диск останавливается. При отпускании педали сцепления воздействие пружины усиливается и крутящий момент снова передается на первичный вал коробки передач.

4.2. Контроль технического состояния педали сцепления

Параметры контроля состояния педали сцепления – это: свободный ход педали; пробуксовка сцепления; полнота включения сцепления, что определяется легкостью включения педали (без заедания) и возвратом под действием пружины в исходное положение. Основные контролируемые значения диагностических параметров педали сцепления и самого сцепления представляются в эксплуатационной документации на конкретный автомобиль.

Для контроля свободного хода педали сцепления используют линейку с делениями и двумя движками (рис. 4.2, а). Проверку свободного хода осуществляют в следующей последовательности:

- один конец линейки устанавливают упором в пол кабины так, чтобы площадка педали сцепления была расположена между движками линейки;
- нажав руками на педаль, полностью выбирают ее свободный ход до упора. Это положение отмечается на линейке вторым движком;
- по расстоянию между движками определяют значение свободного хода педали и сравнивают его с нормативным, указанным в инструкции по эксплуатации автомобиля.

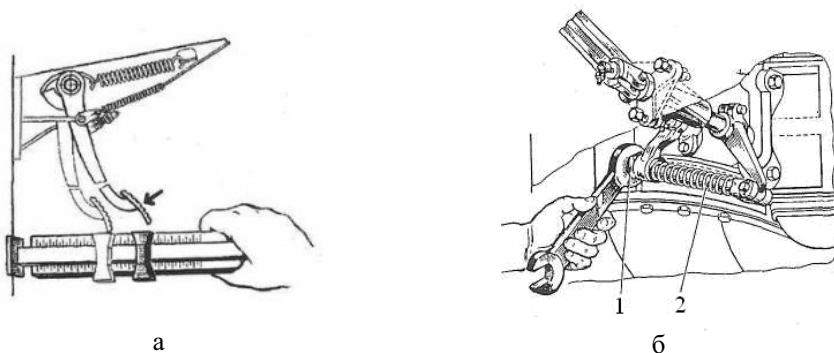


Рис. 4.2. Схема проверки свободного хода педали сцепления (а) и его регулировка при механическом приводе (б):

1 – гайка; 2 – тяга

Увеличение свободного хода педали сцепления приводит к неполному включению сцепления, ускоренному износу синхронизаторов коробки передач и скрежету муфт о зубчатые венцы шестерен при переключении передач.

Уменьшение величины свободного хода педали сцепления вызывает при работе двигателя постоянное трение выжимного подшипника об опорную пятю и быстрый выход последнего из строя. Если педаль сцепления не имеет свободного хода, уменьшается нажатие нажимного диска сцепления на фрикционную накладку ведомого диска, вследствие чего появляется постоянное пробуксовывание дисков и сцепление быстро приходит в негодность.

В случае механического привода свободный ход педали сцепления (для большинства отечественных автомобилей раннего выпуска равен 30-50 мм) регулируют по зазору между концами рычажков и подшипников выключения сцепления (1,5-4 мм), изменяя длину тяги педали вращением гайки или вилки тяги. У большинства грузовых автомобилей эту регулировку выполняют, не разъединяя тягу с деталями привода. Достаточно лишь отвернуть (навернуть) гайку 1 на тяге (рис. 4.2, б). При отвертывании гайки свободный ход будет увеличиваться, а при наворачивании – уменьшаться.

При обслуживании сцеплений, у которых сжатие дисков осуществляется центральной пружиной, регулировке свободного хода педали предшествует регулировка силы сжатия пружины. У сцеплений с гидравлическим приводом свободный ход педали дополнительно регулируют, изменяя зазор между толкателем и поршнем главного цилиндра.

Высота педали сцепления легкового автомобиля KIA Sephia (с четырехцилиндровым двигателем типа SONC, 60 кВт) от напольного коврика должна составлять 196-204 мм (рис. 4.3, а). Зазор педали определяется следующим образом: нажать на педаль пока не будет ощутимо сопротивление сцепления. Номинальное значение зазора составляет 3-9 мм, минимальная высота педали при выключении сцепления – 41 мм (рис. 4.3, а). Отрегулировать педаль можно, не демонтируя ее.

Расстояние между фрикционной накладкой сцепления и головками заклепок не должно быть менее 0,3 мм. Максимальное боковое биение диска

сцепления – 0,7 мм, боковое биение маховика – 0,2 мм. При монтаже маховик затягивается с усилием 96-103 Н·м, нажимной диск – 18-26 Н·м.

Однодисковое «сухое» сцепление автомобиля Daewoo Nexia в зависимости от модификации автомобиля имеет механический или гидравлический привод. Механический вариант имеет привод через тросовую тягу. Привод саморегулируемый, зазор составляет 0 мм. ход педали – 138-146 мм и регулируется со стороны коробки передач. Зазор и ход педали сцепления с гидравлическим приводом регулируется на педали (рис. 4.3, б).

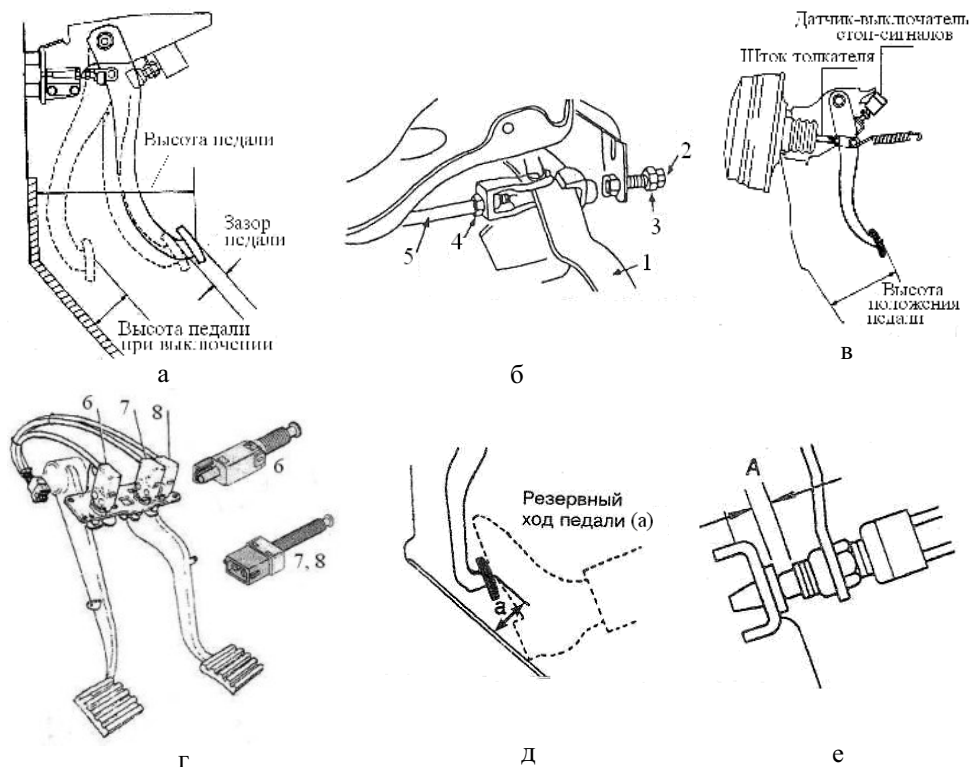


Рис. 4.3. Контролируемые параметры педали (а, б, в), резервный ход педали (а) и упором педали (д, е):

1 – педаль сцепления; 2 – винт; 3, 4 – предохранительные гайки; 5 – нажимная штанга; 6 – выключатель сцепления; 7 – выключатель стоп-сигнала; 8 – дублирующий выключатель стоп-сигнала

В случае гидравлического привода регулировка свободного хода педали сцепления имеет существенные отличия, так как свободный ход педали складывается из хода поршня главного цилиндра, зазоров между толкателем и поршнем главного цилиндра, зазора между упорным подшипником и концами рычагов выключения механизма сцепления.

Свободный ход педали сцепления (рис. 4.4) регулируют с помощью гайки 5 и фиксирующей контргайки 6. Для нормальной работы сцепления необ-

ходимо проверить величину полного хода штока 4: меньший полный ход штока относительно заданной величины не обеспечит полного выключения сцепления и, кроме того, будет указывать на возможное присутствие воздуха в гидравлическом приводе.

Величина полного хода педали сцепления при гидравлическом приводе в зависимости от конструкции регулируется изменением длины толкателя посредством его ввертывания или вывертывания или же ограничителем хода педали сцепления. После этого проверяют величину свободного хода педали сцепления, который складывается из ходов, соответствующих зазорам в сочленениях деталей подвески педали, между толкателем и поршнем главного цилиндра, а также между подшипником и пятой сцепления.

В гидравлическом приводе сцепления перед проверкой величины свободного хода педали сцепления проверяют герметичность привода включения сцепления, отсутствие воздуха в системе и наличие достаточного количества тормозной жидкости в ней.

Для удаления воздуха из системы гидравлического привода сцепления необходимо сделать следующее:

- заполнить питающий бачок жидкостью для гидропривода, надеть на головку штуцера 8 рабочего цилиндра шланг, нижний конец которого погрузить в сосуд с жидкостью для гидропривода;
- отвернуть штуцер 8 на пол-оборота;
- резко нажимать и плавно отпускать педаль сцепления до тех пор, пока из шланга не перестанут выходить пузырьки воздуха;
- нажав на педаль, завернуть штуцер до отказа.

Если в процессе прокачки гидропривода сцепления в течение длительного времени из шланга будут выходить пузырьки, необходимо проверить герметичность соединений в штуцерах и шлангах, а при исправности последних заменить уплотнительные манжеты главного и рабочего цилиндров.

Чтобы при прокачке воздух не засасывался главным цилиндром, необходимо следить, чтобы уровень жидкости в питающем бачке был всегда выше отверстия соединения с главным цилиндром сцепления, а конец шланга, используемого для прокачки, находился постоянно в жидкости.

Герметичность привода сцепления автомобилей КамАЗ (рис. 4.5) проверяют нажатием на педаль сцепления 1 два-три раза. Сильная утечка воздуха обнаруживается на слух, а слабая – с помощью мыльного раствора.

Особое внимание следует обратить на трубопровод 5. Утечку тормозной жидкости проверяют визуально. При обнаружении негерметичности привода ее устраняют подтяжкой или заменой негерметичных элементов.

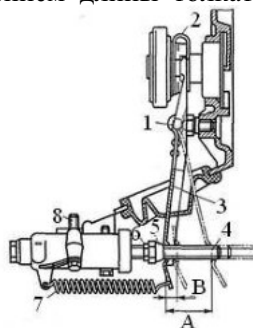


Рис. 4.4. Регулировка свободного хода штока рабочего цилиндра сцепления:

- 1 – шаровая опора; 2 – пружина; 3 – вилка выключения сцепления; 4 – шток; 5 – регулировочная гайка; 6 – контргайка; 7 – оттяжная пружина; 8 – штуцер; А, В – полный и свободный ход рычага

Пневматический усилитель закреплен двумя болтами на фланце картера сцепления (делителя) с правой стороны силового агрегата. При нажатии на педаль сцепления давление рабочей жидкости из главного цилиндра передается в пневмоусилитель сцепления и на поршни гидравлического и следящего устройства, которое автоматически изменяет давление воздуха в силовом пневмоцилиндре усилителя пропорционально усилию на педали сцепления.

Проверяют уровень жидкости в бачке гидропривода сцепления, который должен быть на 15-20 мм ниже кромки горловины бачка. При необходимости доливают тормозную жидкость.

Затем закрепляют пневмоусилитель сцепления, затянув болты его крепления (момент затяжки 90-100 Н·м). При техническом обслуживании необходимо отрегулировать привод сцепления, проверив и установив свободный ход педали сцепления, свободный ход выключения сцепления и полный ход толкателя пневмоусилителя.

При контрольных регулировках привода сцепления устанавливают нормативное значение свободного хода педали сцепления, свободный ход включения сцепления и полный ход толкателя пневмоусилителя.

Свободный ход педали сцепления, соответствующий началу работы главного цилиндра, должен составлять 6-15 мм (рис. 4.6). Если свободный ход превышает указанные пределы, регулируют зазор А (рис. 4.7) между поршнем и толкателем поршня главного цилиндра. Для регулировки педаль сцепления устанавливают в крайнее верхнее положение, и, предварительно расшплинтовав и ослабив корончатую гайку 8, (см. рис. 4.6), поворачивают эксцентриковый палец 5, который соединяет верхнюю проушину 4 толкателя с рычагом 3 так, чтобы перемещение педали от верхнего упора до момента касания толкателем поршня составило 6-15 мм, после чего затягивают и зашплинтовывают корончатую гайку 8.

Полный ход педали сцепления (для автомобиля КамАЗ 185-195 мм) регулируют, изменяя положение расположенного в верхней части педали подвижного упора 11 (см. рис. 4.7), после чего упор фиксируют контргайкой. Свободный ход выключения сцепления должен составлять 3,2-4,0 мм, что соответствует свободному ходу рычага вала вилки выключения сцепления 4-5 мм (рис. 4.8).

Свободный ход выключения сцепления проверяют перемещением ручную рычага 2 (рис. 4.8) при предварительно отсоединенной пружине 1. Регулируют свободный ход рычага сферической гайкой 3 толкателя пневмоусилителя, после чего подсоединяют пружину 1 к рычагу 2. Полный ход толкателя пневмоусилителя должен быть не менее 25 мм. При меньшей величине хода не обеспечивается полное выключение сцепления. Полный ход толкателя пнев-

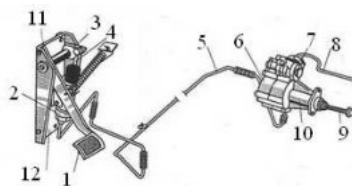


Рис. 4.5. Привод сцепления грузовых автомобилей КамАЗ:

- 1 – педаль; 2, 10 – цилиндры; 3 – рычаг; 4, 9 – штоки; 5 – трубопровод; 6 – пневмоусилитель; 7 – перепускной клапан (следящее устройство); 8 – воздухопровод; 11, 12 – верхний и нижний упоры движения педали

моусилителя проверяют при нажатии педали сцепления до упора. В случае недостаточного хода толкателя пневмоусилителя еще раз проверяют свободный ход педали сцепления и уровень жидкости в бачке главного цилиндра привода сцепления, при необходимости удаляют воздух из гидросистемы.

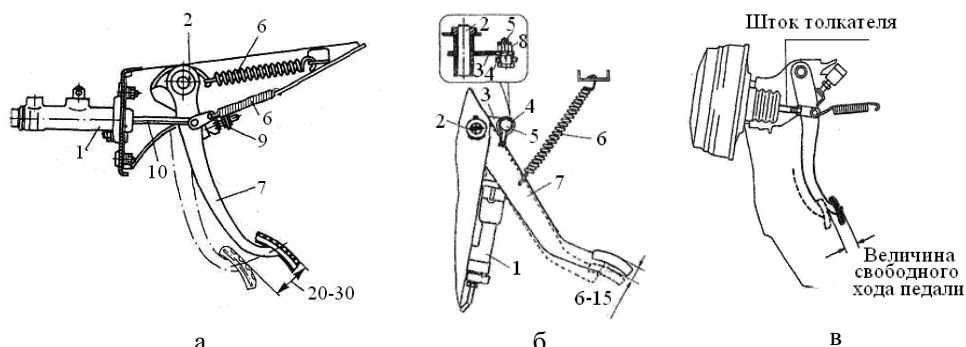


Рис. 4.6. Проверка и регулировка свободного хода педали сцепления автомобиля ВАЗ (а), КамАЗ (б) и легкового автомобиля Toyota (в):

1 – главный цилиндр сцепления; 2 – ось педали; 3 – рычаг толкателя; 4 – проушина толкателя; 5 – эксцентриковый палец; 6 – пружина; 7 – педаль; 8 – корончатая гайка; 9 – ограничитель; 10 – шток толкателя

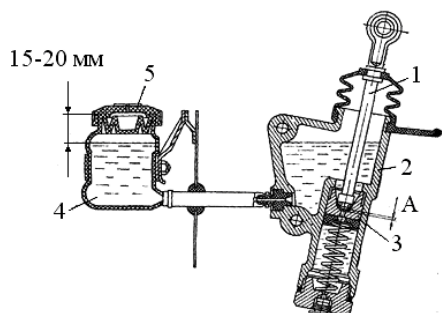


Рис. 4.7. Главный цилиндр с бачком:
1 – толкатель поршня; 2 – корпус; 3 – поршень; 4 – корпус бачка; 5 – пробка бачка; А – зазор свободного хода толкателя главного цилиндра

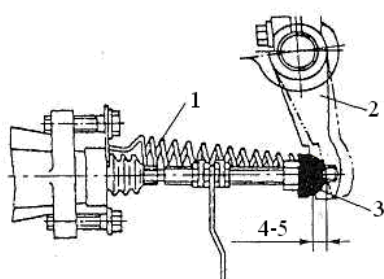


Рис. 4.8. Проверка и регулировка свободного хода рычага вала вилки выключения сцепления:

1 – пружина; 2 – рычаг вала вилки выключения сцепления; 3 – сферическая гайка

Прокачивать гидросистему следует вдвоем. Резиновый защитный колпачок перепускного клапана 7 (см. рис. 4.5) очищают от пыли и грязи, снимают и надевают на головку клапана резиновый шланг. Свободный конец шланга опускают в стеклянный сосуд объемом 0,5 л, заполненный на 1/3-1/4 высоты рабочей жидкостью. Резко нажав три-четыре раза на педаль сцепления и, удерживая педаль в нажатом положении, отвертывают на полтора-один оборот перепускной клапан. О наличии воздуха в гидросистеме свидетельствует выделение пузырьков воздуха из рабочей жидкости, поступающей по шлангу в стеклянный сосуд. После прекращения выхода жидкости с нажатой педалью

следует завернуть перепускной клапан. При этом необходимо следить за уровнем рабочей жидкости в бачке главного цилиндра – уровень должен быть не ниже 40 мм от верхнего края бачка. Процедуру повторяют до тех пор, пока не прекратится выделение пузырьков воздуха из рабочей жидкости, поступающей по шлангу в стеклянный сосуд. Далее, завернув до отказа перепускной клапан, снимают с него шланг, надевают защитный колпачок и доливают рабочую жидкость в бачок главного цилиндра до нормального уровня. Слитая тормозная жидкость может быть использована повторно после ее отстоя для полного удаления воздуха и фильтрации. Качество прокачки проверяют по величине полного хода толкателя пневмоусилителя.

При контрольных регулировках привода сцепления устанавливают нормативное значение величины свободного хода педали сцепления, свободный ход включения сцепления и полный ход толкателя пневмоусилителя. Нормативные значения регулируемых параметров указываются в технической документации на конкретный автомобиль.

Зазор в педали сцепления с гидравлическим приводом определяют до тех пор, пока не будет ощутимо сопротивление сцепления: зазор должен составлять 8-15 мм. Ход педали должен быть в пределах 130-136 мм. Эти параметры можно регулировать со стороны педали, не демонтируя ее. Цилиндр-датчик и цилиндр-приемник можно разобрать и проверить.

Максимально допустимое биение диска сцепления составляет 0,8 мм. При монтаже маховик затягивается моментом 35 Н·м, а нажимной диск – моментом 15 Н·м.

На автомобилях позднего выпуска, оснащенных датчиком педали акселератора (АРР), отсутствует трос. Датчик АРР контролирует угловое положение педали акселератора и посылает соответствующую информацию в модуль РСМ, который управляет выходным исполнительным устройством – электромагнитом дроссельной заслонки. Электромагнит дроссельной заслонки открывает и закрывает дроссельную заслонку. На некоторых автомобилях датчик АРР расположен внутри моторного отделения и в этом случае имеется «трос акселератора», соединяющий педаль акселератора с датчиком АРР.

4.3. Контроль технического состояния сцепления

Транспортные машины имеют разные конструкции сцепления. Наибольшее применение получили плоские сцепления.

К основным диагностическим параметрам технического состояния сцепления относятся: проскальзывание, износ фрикционных прокладок, упругость прижимных пружин, величина свободного и полного хода рычагов и педалей.

При использовании таких сцеплений плавное включение сцепления приводит к пробуксовке дисков, а, следовательно, и к стиранию фрикционных накладок. Износ фрикционных накладок приводит к увеличению зазоров между дисками и, вследствие этого, к уменьшению силы прижимных пружин или кулачков. Диски начинают пробуксовывать чаще, что вызывает усиленное нагревание рабочих поверхностей и интенсивное срабатывание фрикционных

накладок. При этом (вследствие высоких температур) диски коробятся, а пружины теряют упругость.

Пробуксовывание дисков легко установить по специфическому запаху, нагреву картера или выходу дыма из люков.

В процессе работы сцепление можно проверить под максимальной нагрузкой. При этом оно не должно пробуксовывать в случае перегрузки. Если сцепление исправно, двигатель от перегрузки глохнет, в случае пробуксовки машина останавливается, а двигатель продолжает работать. О состоянии прижимных пружин (и их упругости) делают вывод по усилию, которое прикладывают к органу управления (педали и рычаги). Причиной пробуксовки сцепления может быть также замасливание дисков.

Для устранения причин пробуксовки сцепления необходимо проверить и при необходимости отрегулировать свободный ход педали сцепления. Свободный ход педали сцепления легковых автомобилей устанавливается по данным эксплуатационной документации на конкретный автомобиль.

Свободный ход педали автомобилей складывается из хода поршня главного цилиндра, зазоров между толкателем и поршнем главного цилиндра, зазора между упорным подшипником и концами рычагов выключения механизма сцепления.

Гидравлическая система сцепления состоит из главного и рабочего цилиндров и связанных с ними трубок и шлангов. Система имеет общий бачок с главным тормозным цилиндром.

Свободный ход педали сцепления при гидравлическом приводе зависит от величины свободного хода штока рабочего цилиндра.

Контролируемые параметры. Изнашивание накладок ведомого диска хотя и компенсируется гидравлической системой автоматически, но при значительном износе рекомендуется заменять сцепление вместе с подшипником. Сцепление с приводом от троса необходимо периодически регулировать для компенсации износа фрикционных накладок и растяжения самого троса. Поверхности трения маховика и нажимного диска не должны иметь царапин, задиров, забоин. Осевое биение маховика не должно превышать 0,2 мм. Подшипник должен легко вращаться. Не допускаются следы масла и грязь на поверхности фрикционных накладок.

Общее техническое состояние сцепления определяют по степени пробуксовки сцепления при испытаниях автомобиля на стенде с беговыми барабанами с использованием стробоскопа. Если сцепление исправно, обороты карданного вала под нагрузкой остаются постоянными – синхронизированными с частотой оборотов двигателя, а в случае пробуксовки фрикционных накладок сцепления – обороты снижаются. Для измерения оборотов карданного вала используют стробоскопические приборы (например, модели 4912 фирмы Брюль и Кьер, рис. 4.9). Измерения проводят на прямой передаче при создании на ведущих колесах нагрузки величиной не менее $M_{06} \cdot i_0$, где M_{06} – максимальный момент, развиваемый двигателем; i_0 – передаточное число главной передачи.

При проверке на карданный вал в месте, доступном для освещения стробоскопом, наносят меловую отметку. Для создания нагрузки на сцепление ко-

лесную машину устанавливают на стенд с беговыми барабанами, включают прямую передачу и стробоскопом освещают вращающийся карданный вал. При отсутствии пробуксовки сцепления меловая отметка будет казаться неподвижной, поскольку он работает с коленчатым валом двигателя как одно целое; если наблюдается проворачивание карданного вала, то сцепление пробуксовывает.

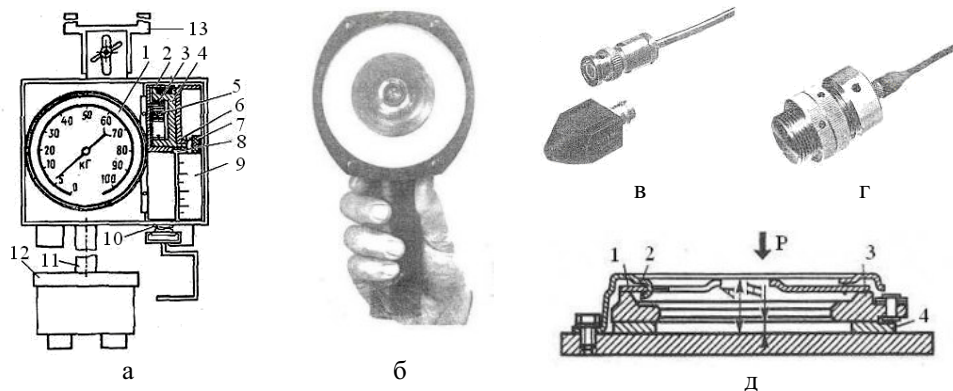


Рис. 4.9. Устройство для проверки сцепления (а), стробоскоп (б) с комплектующими (в, г) и контроль снятого сцепления (д):

а: 1 – манометр; 2 – корпус; 3 – палец; 4 – барабан; 5 – спиральная пружина; 6 – пружина; 7 – винт; 8 – риска; 9 – барабан со шкалой; 10 – металлическая лента; 11 – шланг; 12 – датчик; 13 – устройство крепления; **б:** стробоскоп; **в:** тахометрический датчик ММ0012; **г:** электромагнитный преобразователь ММ0002; **д:** 1 – нажимная пружина; 2 – кожух сцепления; 3 – нажимной диск; 4 – промежуточное кольцо; Н – толщина кольца; Р – сила, действующая на лепестки пружины; А – расстояние от основания приспособления до концов лепестков пружины

Устройство для проверки сцепления автомобиля, представленное на рис. 4.9 (а), состоит из измерителя усилия и указателя хода педали. Измеритель усилия включает в себя манометр 1, датчик 12 с захватом для фиксации на педали сцепления и гибкий шланг 11.

Указатель хода педали состоит из свободного сидящего на оси корпуса 2 барабана 4, спиральной пружины 5, металлической ленты 10 с крючком, охватывающей барабан 4 и прикрепленной к нему внутренним концом барабана со шкалой 9, свободно сидящего на ступице барабана 4 и прижатого к нему с помощью пружины 6 и винта 7. Спиральная пружина 5 размещена в углублении барабана 4, внешний конец ее посредством пальца 3 прикреплен к корпусу 2.

Корпус имеет прорезь для выхода внешнего конца металлической ленты 10 и риску 8 для установки нулевого деления шкалы барабана 9.

Манометр с механизмом указателя хода педали размещен в корпусе, укрепляемом на ободе рулевого колеса с помощью направляющей с лапками 13, передвижной вилки, винта и барашковой гайки.

На динамометрическом стенде создается нагрузка на ведущие колеса автомобиля, соответствующая максимальному крутящему моменту. Нажатием на датчик 12 оператор приводит в движение педаль сцепления. По показаниям приборов определяют свободный ход педали и усилие на преодоление сил

трения в приводах сцепления и действия оттяжных пружин. Продолжая перемещать педаль, фиксируют ее усилие и ход, соответствующие началу пробуксовки. По усилию, приложенному к педали, при ее движении от конца свободного хода до начала пробуксовки определяют эффективность действия сцепления, а по величине свободного хода и хода педали до начала пробуксовки дисков – техническое состояние сцепления.

Для контроля технического состояния гидроприводов сцепления используют специальное устройство, устанавливаемое на педаль, которое параллельно измеряет силу нажатия на педаль и соответствующее этой силе перемещение педали. С помощью двухкоординатного самописца записывают зависимость перемещения от силы нажатия. Разные неисправности (большие зазоры или отсутствие свободного хода, потеря или поломка пружин, попадание воздуха в гидросистему) вызывают изменение угла наклона диаграммы и появление на ней разных ступенек.

Сняв сцепление, необходимо осмотреть поверхности трения маховика и нажимного диска, обратив внимание на отсутствие царапин, задигов, забоин и следов износа. Проверить осевое биение маховика, которое не должно превышать 0,2 мм. Проверить коробление нажимного диска и при его наличии шлифовать рабочую поверхность. Поверхность трения диска после шлифования должна быть плоской, допускаемая вогнутость не более 0,08 мм. Выпуклость не допускается, а чистота поверхности должна быть не ниже 1,6 мкм.

Для проверки состояния ведущей части снятого сцепления надо установить кожух в сборе с нажимным диском на приспособлении с промежуточным кольцом 4 (рис. 4.9, д) толщиной H . Это приспособление имитирует маховик с ведомым диском. Закрепив кожух сцепления, выполнить три выключения, прикладывая к лепесткам нажимной пружины нагрузку не более P , и измерить величину отхода нажимного диска. Перемещению пружины должен соответствовать ход диска. Измерить расстояние от основания приспособления до плоскости концов лепестков пружины. Оно должно находиться в заданных пределах (размера A), указанных изготовителем автомобиля. В процессе работы сцепления за счет износа дисков сцепления этот размер увеличивается. Если расстояние предельное или если уменьшилось перемещение нажимного диска, то кожух сцепления в сборе с нажимным диском, диафрагменной пружиной и упорным фланцем следует заменить. Дисбаланс по массе вновь установленного комплекта не должен превышать 20 г/см.

Биеение лепестков нажимной пружины, измеренное на диаметре нажимного кольца, должно быть не более 1,0 мм, а биеение рабочей поверхности нажимного диска – не более 0,35 мм.

На нажимном диске автомобиля ГАЗ-24 «Волга» необходимо отрегулировать рычаги выключения сцепления, для чего, завертывая или отвертывая регулировочные сферические гайки опорных вилок, нужно добиться заданного размера ($51 \pm 0,25$) мм с разницей по каждому рычагу не более 0,3 мм. Затем гайки раскернить.

Диагностические параметры сцепления других автомобилей указываются в эксплуатационной документации.

4.4. Контроль и диагностирование зубчатых передач

4.4.1. Характеристики диагностических параметров

Диагностические параметры зубчатых передач. Зубчатые передачи работают в очень тяжелых условиях. Нагрузки, которые передаются ими, обычно переменны по величине и направлению, часто носят ударный характер, что приводит к повреждениям зубьев и одновременно – к увеличению боковых зазоров. Зубчатая передача, которая работает нормально, характеризуется плавностью работы, однообразным и ровным шумом, равномерным контактом зубьев, хорошим состоянием поверхностей зубьев, наличием боковых и радиальных зазоров в пределах установленных норм. По мере износа зубьев, шестерен, шлицевых соединений и подшипников увеличивается боковой зазор между зубьями [2, 14].

Основными эксплуатационными диагностическими параметрами зубчатых передач являются боковой и радиальный зазор, а при сборке – положение и площадь пятна контакта и боковой зазор между зубьями.

Для определения технического состояния зубчатых передач в эксплуатации используют следующие диагностические параметры:

- суммарный угловой зазор передачи;
- дифференцированные значения угловых зазоров отдельных пар передачи;
- векторы силовых реакций на опоры валов;
- кинематическая неравномерность (отклонение) передаваемого момента за один оборот вала передачи;
- интенсивность изменения температуры во времени;
- виброакустические сигналы.

Угловые зазоры в механической передаче трансмиссии можно контролировать многими методами. Наибольшее практическое применение получил метод диагностирования механических передач по оценке радиального и бокового суммарного углового зазора (люфта), вибрациям и тепловому состоянию отдельных кинематических пар трансмиссии и агрегатов. Зазоры в кинематических парах можно определять визуально и на ощупь при проворачивании вала в одну и другую сторону или путем перемещения отдельной детали усилием руки. Допустимые нормы на зазоры приводятся в эксплуатационной документации на конкретный автомобиль.

Суммарный угловой зазор состоит из угловых зазоров составных элементов передачи.

Для определения угловых зазоров в зацеплении зубчатых колес всех передач коробки передач на автомобиле поочередно включаются передачи и измеряются угловые зазоры, величина которых состоит из зазора карданной передачи, измеренного ранее, и зазора в коробке передач, последний меньше на величину зазора карданной передачи. При определении углового зазора главной передачи затормаживают задний мост автомобиля и выполняют операции по определению углового зазора карданной передачи.

Основной недостаток такого зазора как диагностического параметра – неопределенность результатов диагноза из-за возможного неравномерного износа отдельных пар зацепления.

Угловой зазор является интегральным параметром и не дает полного представления о состоянии отдельных сопряжений и деталей. Но чрезмерно большой суммарный зазор в механизмах силовой передачи может быть, например, основанием для вскрытия (замены) коробки передач и заднего моста с целью непосредственного измерения зазоров в подшипнике и износа зубьев шестерен, а также визуального осмотра.

Для легковых автомобилей угловой зазор карданной передачи, ШРУС, каждой из передач коробки не должен быть более 5° , главной передачи – $15-20^\circ$, а суммарный угловой зазор трансмиссии – $45-50^\circ$.

Боковым зазором в передаче называется зазор между зубьями сопряженных колес, обеспечивающий свободный поворот одного колеса относительно другого. Боковые зазоры необходимы для компенсации погрешностей элементов передачи при изготовлении и монтаже, а также для смазки. Боковой зазор при нарезании зубьев стандартным инструментом можно обеспечить регулировкой межосевого расстояния и утончением зуба путем смещения исходного контура в направлении к центру заготовки. Первый способ имеет ограниченное применение. Он непригоден при нескольких парах сопряженных шестерен, сидящих на двух параллельных рабочих валах; его можно использовать в одно- или двухступенчатых редукторах с валами на подшипниках скольжения. Изменение расстояния между осями шестерен для получения необходимого бокового зазора вызывает уменьшение длины активной части профиля зуба и коэффициента перекрытия. Это основной недостаток таких передач помимо их технологической сложности.

При построении системы допусков на зубчатые и червячные передачи допуск на межосевое расстояние принят по симметричной системе. При отрицательном отклонении и толщине зуба (или витка), равной теоретической, произошло бы защемление зубьев. Для предупреждения этого зуб утончается, причем утончение компенсирует все виды погрешностей и деформаций.

Независимо от степени точности колес и передач гарантированный боковой зазор может быть рассчитан в соответствии с четырьмя видами сопряжений по формулам в табл. 4.3 [2, 14].

Таблица 4.3

Нормы гарантированного бокового зазора

Вид сопряжения	Обозначение	Гарантированный боковой зазор, мкм
С гарантированным зазором:		
нулевым	С	0
уменьшенным	Д	$6\sqrt{A}$
нормальным	Х	$12\sqrt{A}$
увеличенным	Ш	$24\sqrt{A}$

Примечание. A – межцентровое расстояние в миллиметрах.

Допустимые значения бокового зазора составляют от 0,12 мм для модуля 2 мм до 0,6 мм для модуля 12 мм.

Боковой гарантированный зазор в червячных передачах в зависимости от величины межосевого расстояния и вида сопряжения колеблется в пределах от 55 до 750 мкм. Допустимое смещение осей конических передач составляет от 0,015 до 0,06 их торцевого модуля, а допустимое биение в зависимости от степени точности и диаметра колеблется от 20 до 480 мкм.

Дифференциальный метод диагностирования зазоров в элементах трансмиссии в настоящее время получил широкое распространение. Состояние трансмиссии оценивается при этом по двум параметрам – величине зазора и нарастающему моменту сопротивления при переходе от одной зубчатой пары к другой.

Дифференцированные значения угловых зазоров можно получать в результате анализа кривых изменения моментов сопротивлений на входном и выходном валах механической передачи в процессе выбора предварительно накопленных зазоров. Но этот метод приемлем лишь в стационарных условиях и со специальным стендом.

Векторы силовых реакций на опоры валов зубчатых колес и шестерен характеризуют распределение сил, действующих в зубчатых зацеплениях. Их использование является наиболее эффективным при подборе пар шестерен и колес после ремонта механических передач и также нуждается в применении стационарного стенда.

Кинематическая неравномерность проявляется как изменение угловой скорости за каждый оборот передачи; ее оценивают по результатам измерений частоты вращения за один оборот диагностируемой передачи. При этом используются специальные приборы. Самыми распространенными субъективными методами оценки являются акустические методы, которые основываются на использовании обычных или электронных стетоскопов или виброанализаторов.

Ограничения наибольшего зазора могут встретиться в часто реверсируемых передачах; при крутильных колебаниях вопрос о роли зазоров требует специального рассмотрения.

Ориентировочные предельные значения износов зубчатых передач приведены в табл. 4.4.

Качество сборки зубчатых передач и определение причин износа зубьев оценивается по параметрам пятна контакта в зацеплении зубьев.

Таблица 4.4

Предельные значения параметров износа зубчатых передач

Наименование детали и характеристики износа	Предельный допустимый износ
Зубчатые колеса – износ зубьев по толщине:	10% первоначальной толщины зубьев
- ответственных передач;	10%
- работающих при окружных скоростях до 5 м/с;	20%
- прямозубых реверсивных передач и непрямо- зубых, работающих со скоростью 5-10 м/с	15%

Наименование детали и характеристики износа	Предельный допустимый износ
Боковой зазор между зубьями шестерен и колес при скорости более 2 м/с (зубчатых муфт и главных передач)	0,4-1,2 мм в зависимости от модуля и суммарного числа зубьев по верхнему пределу – 0,15; 0,8 мм – по нижнему пределу
Максимальная температура в корпусе редуктора (передачи): - для цилиндрических шестерен; - для червячной передачи	80° 95°
Усталостное выкрашивание по площади и глубине зуба	30% рабочей поверхности зуба; 10% толщины зуба
Торцовое биение зубчатых колес	0,1-0,15 мм
Смещение осей конических передач	0,15-0,06 торцового модуля
Перекас осей червяка и колеса	0,15 мм при модуле 2; 0,3 мм при модуле 10
Осевое смещение червяка	1,0 мм
Межосевое расстояние червячной передачи	0,05-0,22 мм в зависимости от величины и класса точности
Осевое смещение червяка относительно колеса	0,2 мм

КПД трансмиссии позволяет оценить потери мощности в трансмиссии на трение. Снижение КПД, вызванное ростом потерь мощности на трение вследствие ухудшения технического состояния механизмов трансмиссии в процессе эксплуатации, приводит к уменьшению тяговой силы на ведущих колесах автомобиля. В результате снижается максимальная скорость движения автомобиля и сопротивление дороги, преодолеваемое автомобилем.

Передаточные числа трансмиссии. От передаточного числа главной передачи существенно зависит максимальная скорость автомобиля. Оптимальным считается такое передаточное число главной передачи, при котором автомобиль развивает максимальную скорость, а двигатель – максимальную мощность. Увеличение или уменьшение передаточного числа главной передачи по сравнению с оптимальным приводит к снижению максимальной скорости автомобиля.

Передаточное число первой передачи коробки передач влияет на то, какое максимальное сопротивление дороги может преодолеть автомобиль при равномерном движении, а также на передаточные числа промежуточных передач коробки передач.

Передаточные числа промежуточных передач, должны обеспечивать максимальную интенсивность разгона автомобиля. Это достигается при соотношении передаточных чисел, близком к геометрической прогрессии:

$$\frac{u_1}{u_2} = \frac{u_2}{u_3} = \frac{u_3}{u_4} = \dots = \frac{u_n}{u_{n+1}}.$$

Увеличение числа передач в коробке передач приводит к более полному использованию мощности двигателя, росту средней скорости движения авто-

мобиля и повышению показателей его тягово-скоростных свойств. Однако при чрезмерно большом числе передач возрастают масса и сложность конструкции коробки передач, а также затрудняется управление автомобилем.

Диагностические параметры неравномерности вращения валов трансмиссии. Измерение кинематической погрешности зубчатых колес и передач представляет собой сложную метрологическую задачу. Это связано с необходимостью контроля показателей звена со сложной геометрической формой поверхностей, участвующих в зацеплении. Контроль зубчатых колес и шлицевых соединений, имеющих эксплуатационный износ, представляет собой еще большую сложность, так как в связи с нарушением базисных поверхностей использование статических методов испытаний невозможно и вряд ли целесообразно по причине отсутствия учета возмущений реальной динамической системы, какой, например, является трансмиссия автомобиля, носящая как параметрический, так и кинематический характер. Обычно используемые при диагностике технического состояния таких систем показатели мощности механических потерь имеют недостаточную точность и не универсальны.

Более совершенен метод диагностирования передаточных систем вращательного движения, основанный на измерении показателей неравномерности изменения угловой скорости по углу поворота ведущих и ведомых валов кинематических пар, суть которого поясняется следующим.

Поскольку главным требованием к кинематической системе является сохранение заданного передаточного отношения в любой момент времени, то его можно представить как требование равномерного перемещения точки зацепления по линии действия при равномерном вращении ведущего колеса. Согласно теории зубчатых зацеплений, такое перемещение определяется приращением линии действия по углу поворота φ [14].

Погрешность зацепления оценивается по ее кинематическому эффекту и носит название действующей ошибки ΔF , представляющей собой сумму всех ошибок, приведенных к линии действия. Соответственно и суммарная действующая ошибка $\Sigma \Delta F_{\Pi}$ пары зубчатого зацепления в каждый момент времени определяется алгебраической суммой действующих ошибок $\sum_{i=1}^n \Delta F_i$ всех зацеплений, что и проявляется при реальной работе передачи.

Вследствие наличия ошибок $\Sigma \Delta F_{\Pi}$, пропорциональных по величине структурным изменениям в зубчатых зацеплениях, угол поворота ведомого колеса относительно ведущего изменится на величину $\Delta \varphi$. Тогда при прокручивании ведущего вала с постоянной угловой скоростью с увеличением структурных изменений в зубчатом зацеплении неравномерность вращения ведомого вала возрастает. Таким образом, при совместном прокручивании стартером ДВС с трансмиссией вывешенного на подъемнике автомобиля значения показателей изменения угловой скорости ведущих и ведомых элементов передаточной системы по углу их поворота в пределах полного кинематического цикла поэлементно характеризуют техническое состояние всех звеньев трансмиссии.

4.4.2. Методы и средства диагностирования

Определение суммарного зазора при использовании любого устройства-люфтомера проводится при неработающем двигателе. Для определения угловых зазоров в зацеплении зубчатых колес всех передач коробки передач на автомобиле поочередно включаются передачи и измеряются угловые зазоры, величина которых состоит из зазора карданной передачи, измеренного ранее, и зазора в коробке передач, последний меньше на величину зазора карданной передачи. При определении углового зазора главной передачи затормаживают задний мост автомобиля и выполняют операции по определению углового зазора карданной передачи. В случае использования люфтомера КИ-4832 измеряют люфты трансмиссии при заданном моменте 20-25 Н·м (рис. 4.10). Основным недостатком такого зазора как диагностического параметра – неопределенность результатов диагноза из-за возможного неравномерного износа отдельных пар зацепления.

Суммарный угловой зазор в трансмиссии автомобиля с передним приводом может быть определен при вывешивании одного из передних колес, присоединении динамометра к гайке крепления колеса и установке угломера у колеса.

Средства диагностирования угловых и боковых зазоров. Прибор КИ-4832 предназначен для определения угловых зазоров в механических передачах автомобилей с пределами измерения $\pm 90^\circ$ и ценой деления шкалы $30'$. Он представляет собой динамометрическую рукоятку, на которой смонтировано в виде небольших тисков устройство для установки люфтомера на карданный вал автомобиля. Величина предельно допустимого суммарного зазора принята своя для каждой модели автомобиля.

Диск 3 легко вращается вокруг оси. На шкале под прозрачным стеклянным диском имеется кольцо, изготовленное из прозрачной полихлорвиниловой трубки диаметром 6-8 мм. Кольцо герметически закрыто и наполовину заполнено подкрашенной жидкостью. В рабочем положении, когда подвижные губки закреплены на вилке карданного вала, жидкость занимает всю нижнюю половину кольца и является уровнем, относительно которого отсчитывают угол поворота карданного вала. Момент силы при выборе зазора карданной передачи должен быть 10-20 Н·м.

У грузовых автомобилей сначала измеряют суммарный угловой зазор карданной передачи. После этого можно определить угловые зазоры в зацеплении шестерен всех передач в коробке передач.

Для определения суммарного углового зазора в трансмиссии неработающего автомобиля вывешивают ведущий мост и устанавливают на заднюю вилку карданного шарнира люфтомер. Зазор в карданной передаче проверяют

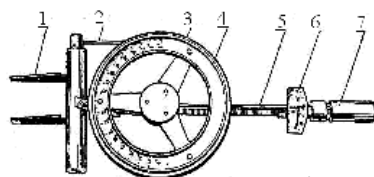


Рис. 4.10. Люфтомер угловой КИ-4832:

1 – губки зажима; 2 – вороток; 3 – градуированный диск; 4 – полукольцо с жидкостью; 5 – стрелка; 6 – шкала динамометрической рукоятки 7 – динамометрическая рукоятка

при затянутом стояночном тормозе, а при определении углового зазора в коробке передач его отпускают и, поочередно включая все передачи, проворачивают карданный вал. Зазор, определяемый устройством, состоит из зазора карданной передачи, измеренного ранее, и зазора одной из передач коробки.

При определении углового зазора другими устройствами с разделенными указателями угла и динамометром также затормаживают входной или выходной вал передачи, зев динамометрического ключа прибора накладывают на крестовину карданного вала, указатель закрепляют зажимом на шейке отражателя вала главной передачи, а шкалу – на фланце заднего моста, проворачивая который в одну сторону до выбора зазора, устанавливают нулевую отметку шкалы угломера. Полный выбор зазора определяют по резкому увеличению показаний рычажного динамометра. Проворачивая вал в другую сторону, находят суммарный люфт передачи, соединенной с валом.

Из полученных значений вычитают угловой зазор в карданной передаче. Для определения зазора в главной передаче шестерни в коробке передач устанавливают в нейтральное положение и затормаживают ведущие колеса. Предельные значения угловых зазоров в трансмиссии грузовых автомобилей составляют: в карданной передаче $5-6^\circ$, в коробке передач $5-15^\circ$, в главной передаче $55-60^\circ$.

Если суммарный зазор достиг предельного значения хотя бы на одной из передач коробки, промежуточного (опорного) редуктора карданной передачи, вскрывают коробку (редуктор), осматривают шестерни, измеряют износ зубчатых шестерен, радиальные и осевые зазоры в подшипниковых узлах.

Время, необходимое для измерения одного зазора с помощью прибора КИ-4832, не превышает 10 с.

Устройство для измерения бокового зазора в зубозацеплении с точностью измерения $0,01$ мм представлено на рис. 4.11.

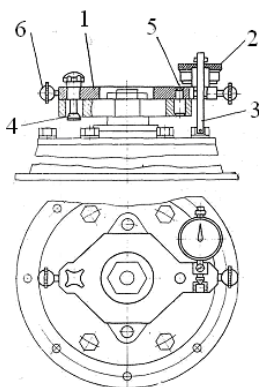


Рис. 4.11. Устройство КИ-6265 для безразборного измерения величины бокового зазора в зацеплении зубчатых колес главной передачи:

1 – плита; 2 – индикатор; 3 – рычаг; 4, 5 – пальцы крепления; 6 – рукоятка

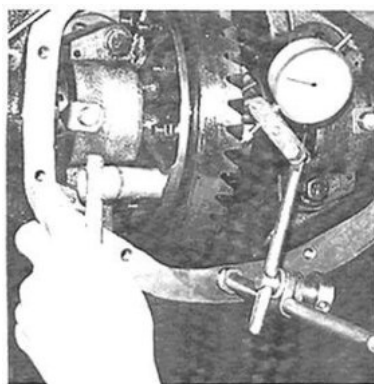


Рис. 4.12. Определение бокового зазора в зубозацеплении

Боковой зазор в зубозацеплении главной и других передач можно определять с частичной разборкой (или при сборке) индикаторной головкой (рис. 4.12).

Общий контроль технического состояния главной передачи и дифференциала (межосевого и межколесного), а также дифференциалов повышенного трения производится следующих операций:

1. Проверка отсутствия механического, усталостного повреждения, коррозии элементов главной передачи и дифференциала, вискомуфт.

2. Проверка отсутствия несоответствующих люфтов в главной передаче и дифференциале. Для этого необходимо затормозить колеса рабочей тормозной системой, включить передачу. Посредством приложения знакопеременных усилий к приводным валам (усилие прикладывать одновременно) или к карданному валу.

3. Контроль отсутствия несоответствующего шума главной передачи во время пробной инспекционной поездки при движении автомобиля накатом и задним ходом.

4. Контроль механизма блокировки межосевого дифференциала. Поднять оси автотранспортного средства и, включив замок дифференциала, проверить работоспособность механизма блокировки дифференциала.

5. Контроль механизма блокировки межколесного дифференциала. Поднять ось автотранспортного средства и, включив замок дифференциала, проверить работоспособность механизма блокировки дифференциала.

6. Контроль отсутствия течи масла из главной передачи и дифференциала.

7. Контроль отсутствия несоответствующего люфта фланцев привода главной передачи и дифференциала.

8. Контроль работоспособности вискомуфт на межосевых и межколесных дифференциалах. Поднять ось автотранспортного средства, на которой имеется вискомуфта, и посредством вращения колеса (с помощью приспособления) проверить наличие функции блокирования привода (передачи через данный привод крутящего момента). Контроль посредством одновременного вращения привода до и после вискомуфты отсутствия шумов или дефекта спекания фрикционных дисков вискомуфты (постоянной передачи крутящего момента).

Прибор К-428 для определения углового зазора трансмиссии

(рис. 4.13) состоит из динамометрического устройства 2 с захватной скобой, образованной подвижной 4 и неподвижной 3 губками. Захватную скобу устанавливают, например, на полуось или карданный вал и с помощью подвижной губки, передвигаемой червяком, закрепляют.

Для определения углового зазора через рукоятку 1 прилагается усилие, величина зазора фиксируется с помощью пружинного сигнализатора и стрелки



Рис. 4.13. Прибор К-428 для определения углового зазора трансмиссии:
1 – рукоятка; 2 – динамометрическое устройство; 3 – неподвижная губка; 4 – подвижная губка; 5 – червяк

измерителя. Шкала измерителя может поворачиваться на любой угол, что позволяет совмещать нуль шкалы со стрелкой при любом положении прибора на проверяемом объекте.

При диагностировании трансмиссии грузовых машин и тракторов применяется также жидкостный угломер **КИ-13909**, рассчитанный на измерение угла поворота до 9° с точностью до $15'$. Смонтирован он в пластмассовом корпусе и крепится к валу при помощи магнита.

Ограничения наибольшего зазора могут встретиться в часто реверсируемых передачах: при крутильных колебаниях вопрос о роли зазоров требует специального рассмотрения.

Ориентировочные предельные значения износов зубчатых передач приведены в табл. 4.4, а инструменты и методы контроля диагностических параметров зубчатых передач – в табл. 4.5.

Таблица 4.5

Инструменты и методы контроля диагностических параметров зубчатых передач автотранспортных средств

Проверяемый параметр	Инструмент, методы контроля
1. Параллельность валов	Штангенциркуль
2. Перпендикулярность валов	Рейсмус, струна
3. Правильность зацепления зубьев:	Краской
3.1. Для цилиндрических передач:	50-70% длины зуба; отпечаток будет только с одной стороны; с разных сторон. 40-60% длины зуба, 40% высоты зуба; не должно доходить до конца головки зуба на 1,5-3 мм, а до верхней части боковой поверхности на 0,4-1 мм. 60% высоты зуба, 50% его длины
- по высоте отпечатка на сопряженном колесе;	
- при непараллельных валах;	
- при перекошенных валах.	
3.2. Для конических передач:	
- пятно контакта;	
- расположение пятна касания.	
3.3. Для червячных передач:	
- нормальный размер пятна касания	
4. Зазор в зубчатых передачах	Проверяют щупом, индикатором или свинцовой проволокой
5. Температура	Термометры, термомпары, термисторы, пирометры, различные датчики температуры
6. Трещины	Магнитные методы с использованием порошка

Контроль технического состояния зубчатых передач по пятну контакта [37]. Качество сборки зубчатых передач и определение причин износа зубьев оценивается по параметрам пятна контакта в зацеплении зубьев. Влияние качества изготовления и сборки передачи на положение пятна контакта приведены в табл. 4.6, 4.7.

Таблица 4.6

**Влияние качества изготовления и сборки на положение
пятна контакта**

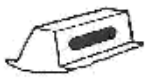
Положение пятна контакта	Характеристика шума	Оценка качества сборки передачи
	Шелест, легкое гудение низкого тона	Хорошее
	Без нагрузки шелест, под нагрузкой сильное гудение	Перекос колес
	Под нагрузкой сильное гудение и перемещающийся стук, без нагрузки шелест, мелкий стук	Увеличенный боковой зазор, радиальное биение
	Перемещающийся стук на холостом ходу, сильное гудение под нагрузкой	Увеличенный боковой зазор, радиальное и торцовое биение
	Под нагрузкой сильное гудение низкого тона	Удовлетворительное
	Легкое гудение, мелкий стук	Увеличенный радиальный зазор
	Перемещающийся стук, сильное гудение	Радиальное и торцовое биение колес, вибрация

Таблица 4.7

Характерные признаки неисправности

Признак неисправности	Неисправность
Частые стуки, сливающиеся в общий шум	Изношены шестерни, подшипники и их гнезда
Скрежет, вой высокого тона	Мал боковой зазор между зубьями шестерен, защемлены шарики в подшипниках
Грохот, удары	Большой боковой зазор, поломаны зубья, изношены зубья и шлицы
Стуки	Сколоты зубья
Пульсирующий шум	Эксцентricность посадки, эллипсность шестерен
Скрип	Перекошены валы и изношены подшипники

На рис. 4.14 приведены примеры видов пятен контакта прямозубчатого зацепления, по которому можно оценить характерные неисправности.

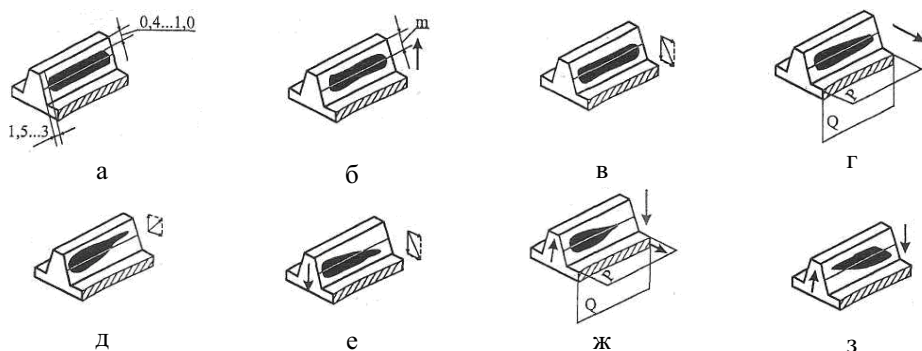


Рис. 4.14. Контроль качества сборки прямозубчатого зацепления с помощью краски:

а – правильное зацепление; **б** – увеличено расстояние между осями зубчатых колес; **в** – уменьшено расстояние между осями зубчатых колес; **г** – непараллельное расположение осей зацепления в плоскости Р с правильным расстоянием между осями зубчатых колес; **д** – непараллельное расположение осей зацепления в плоскости Р при уменьшенном расстоянии между осями зубчатых колес; **е** – непараллельное расположение осей зацепления в плоскости Р при увеличенном расстоянии между осями зубчатых колес; **ж** – непараллельное расположение осей зацепления в плоскости Р и излом в плоскости Q при правильном межосевом расстоянии; **з** – излом осей зацепления в плоскости Р при правильном межосевом расстоянии и параллельном расположении в плоскости Р

Пятна должны располагаться ближе к вершине зуба и не доходить до края зуба на 1,5-3,0 мм, а к верхней части – на 0,4-1,0 мм. Определение отношения размеров пятна краски на зубах цилиндрических колес к размерам зуба в процентах приведено на рис. 4.15. Удовлетворительным является расположение пятен при выполнении следующих соотношений (обозначения см. рис. 4.15):

$$(h/H) \cdot 100\% = 25 \dots 60\%; [(a-c)/b] \cdot 100\% = 30 \dots 80\%$$

Пятна контакта позволяют оценить также качество сборки цилиндрических зубчатых передач (рис. 4.16). Инструментальный контроль качества регулировки зацепления зубчатой передачи приведен на рис. 4.17. Особенностью регулировки зацепления конических передач является некоторое отличие пятен контакта при работе на холостом ходу и под нагрузкой (рис. 4.18, 4.19) [37]. Это нужно учитывать при контроле качества сборки.

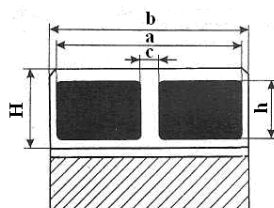


Рис. 4.15. Определение размеров пятна краски на зубах цилиндрических колес

Определение размеров пятен контакта на боковых поверхностях зубьев при контроле конической зубчатой передачи приведено на рис. 4.20. Зацепление будет работать удовлетворительно, если выполняются следующие соотношения (обозначения приведены на рис. 4.20):

$$(h/H) \cdot 100\% = 55\%; [(a \cos \beta)/b] \cdot 100\% = 50\%$$

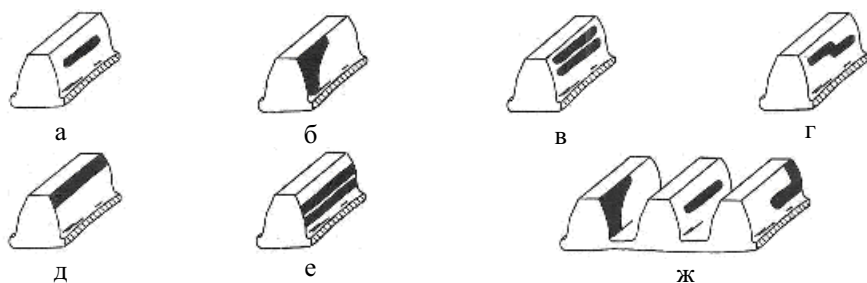


Рис. 4.16. Соответствие пятен контакта и качества сборки цилиндрических зубчатых передач:

а – хорошее качество сборки; **б** – брак, перекос колес; **в** – брак, увеличенный боковой зазор приводит к радиальному биению и вибрации; **г** – брак, излом осей колес; **д** – удовлетворительное качество сборки, увеличено межцентровое расстояние; **е** – брак, увеличенный радиальный зазор; **ж** – брак, радиальное и торцевое биение приводит к вибрации механизма

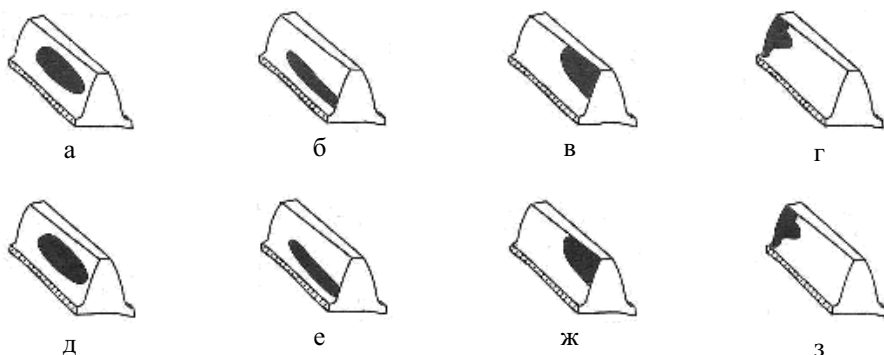


Рис. 4.17. Контроль качества сборки при регулировании зацепления зубцов конической зубчатой передачи с помощью краски:

а, д – правильно отрегулированное зацепление (четкий отпечаток краски, смещенный к тонкой части зуба); **б, е** – уменьшен радиальный зазор; **в, ж** – увеличен радиальный зазор; **г, з** – осевое смещение колес (необходимо придвинуть приводное колесо); **а-г** – зубья ведущей шестерни; **д-з** – зубья ведомой шестерни



Рис. 4.18. Контроль с помощью краски зацепления зубцов конической передачи после испытания без нагрузки:

а – правильное зацепление; **б, в** – перекос осей; **г** – расстояние между центрами колес больше номинального



Рис. 4.19. Контроль зацепления под нагрузкой с помощью краски:

а – правильное зацепление; **б, в** – перекося осей; **г** – расстояние между центрами колес больше номинального

Регулировка механизма переключения коробки передач заключается в изменении длины промежуточных тяг для согласования положения рычага переключения передач и шестерен коробки передач.

Причины и функциональные признаки неисправностей раздаточной коробки представлены в табл. 4.8.

Причины и функциональные признаки неисправностей заднего моста и главной передачи автомобиля представлены в табл. 4.9.

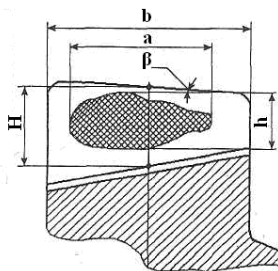


Рис. 4.20. Контроль конической зубчатой передачи по размерам пятен контакта на боковых поверхностях зубьев

Таблица 4.8

Диагностика неисправностей раздаточной коробки

Неисправности или отказы	Причины неисправностей и функциональные признаки
Шестерни «выскакивают» из зацепления	Нарушена величина свободного хода рычага управления. Рычаг управления цепляется за консоль. Ослабло крепление опор подвески раздаточной коробки или усталостная деформация материала. Изношены внутренние компоненты раздаточной коробки или нарушены регулировки
Затруднено переключение режимов	Снизился уровень масла. Изношены внутренние компоненты раздаточной коробки или нарушены регулировки
Посторонние шумы	Снизился уровень масла в раздаточной коробке. Наличие шумов при выборе любого из режимов свидетельствует о наличии неисправностей в компонентах заднего дифференциала или заднего моста

Диагностика неисправностей заднего моста и главной передачи

Неисправности или отказы	Причины неисправностей и функциональные признаки
Посторонний шум при движении на передаче и накатом	Естественный дорожный шум. Изношены или неправильно накачаны шины. Изношены или повреждены колесные подшипники или же ослабло их натяжение. Снизился уровень масла в дифференциале. Неисправен дифференциал
Стук, возникающий при трогании с места или при переключении передач	Неисправен дифференциал или нарушена его регулировка
Посторонние звуки возникают во время совершения поворотов	Неисправен дифференциал
Вибрации	Возможно неисправен карданный вал. Поддомкратить заднюю часть автомобиля, установить его на подпорки и вручную оценить состояние колесных подшипников. Если необходимо, следует произвести замену
Утечки масла	Поврежден сальник ведущей шестерни главной передачи. Повреждены сальники полуосей. Ослабло крепление или повреждена уплотнительная прокладка крышки дифференциала. Ослабла сливная и/или заливная пробка дифференциала. Нарушена проходимость вентиляционного сапуна дифференциала

Оценка технического состояния шлицевых и шпоночных соединений. Контроль за шлицевыми и шпоночными соединениями осуществляется путем оценки сработанности пазов и шлицев. Допустимые зазоры в шлицевых соединениях должны не превышать 0,4 мм для реверсивных и 0,5 мм для остальных передач.

Допустимые зазоры в соединениях шпонок равняются 0,3 мм для валов диаметром 25-90 мм; 0,4 мм - для валов диаметром 91-170 мм и 0,5 мм – для валов диаметром свыше 170 мм. В случае замены шпонки на большую расширять паз шпонки больше чем на 15% не допускается.

4.5. Диагностирование карданной передачи

Диагностическими параметрами технического состояния карданной передачи являются: дисбаланс, биение вала (изгиб), зазоры в подшипниках и соединениях, шумы, стуки и вибрация. При диагностировании автомобиля применяются в основном параметры: суммарный угловой зазор и биение вала, дисбаланс и контроль затяжки болтовых соединений фланцев карданных валов.

Стук при резком изменении частоты вращения свидетельствует об износе подшипников втулок крестовины кардана. Стук, который слышен во время движения машины накатом, связан с ослаблением креплений или сработанностью подшипников промежуточной опоры. Вибрация карданных валов свидетельствует о дисбалансе и появлении больших зазоров в соединениях. Карданную передачу диагностируют измерением ее окружного люфта в карданах и шлицевых соединениях. Биение карданных валов грузовых машин не должно превышать 1,2 мм. Предельные значения угловых зазоров в трансмиссии грузовых автомобилей составляет в карданной передаче 5-6°.

Блок-схема структурно-следственных связей элементов карданной передачи представлена на рис. 4.21.



Рис. 4.21. Блок-схема структурно-следственных связей элементов карданной передачи

Проверка технического состояния карданной передачи включает следующие операции по контролю отсутствия:

1. Механического, усталостного повреждения, коррозии элементов карданной передачи. Проверяются карданные соединения, шлицевые соединения, опорный подшипник.

2. Несоответствующего люфта фланцев карданной передачи.

3. Несоответствующей фиксации крышек карданных соединений или стопорных колец.

4. Несоответствующих люфтов, механических, усталостных повреждений опорного подшипника.

5. Механических, усталостных повреждений, старения, потери эластичности, выпучивания резинотехнического элемента опорного подшипника.

6. Несоответствующей фиксации опорного подшипника.

7. Несоответствующего радиального люфта карданных передач посредством вращения сопрягаемых элементов карданных передач в разные стороны.

8. Несоответствующего радиального люфта шлицевых соединений карданных передач посредством вращения сопрягаемых элементов шлицевых соединений карданных передач в разные стороны.

9. Механических, усталостных повреждений, коррозии крепежных изделий карданной передачи.

10. При трогании с места вперед и назад проверить отсутствие шумов (щелкающих звуков) в элементах карданной передачи.

Биеение карданных валов, изгиб валов и зазоры в подшипниковых узлах. Величину биеения карданного вала определяют с помощью неподвижно закрепленного механического индикатора.

Для проверки биеения карданного вала применяют приспособление **КИ-8902А** (рис. 4.22), которое состоит из электромагнита и прикрепленного к нему через шарнир и телескопический зажим индикатора перемещений часового типа. Приспособление крепится к раме машины с помощью электромагнита, подключенного к бортовой сети напряжением 12 В. При диагностировании вывешивают ведущие колеса неработающей машины и включают нейтральную передачу. Используя шарнир и телескопический зажим приспособления, доводят поводок индикатора до соприкосновения с карданным валом и, провернув его на один оборот, определяют биеение, которое для грузовых автомобилей по среднестатистическим данным не должно превышать 2,0 мм. Фактические значения необходимо уточнять по эксплуатационной документации на конкретный автомобиль.

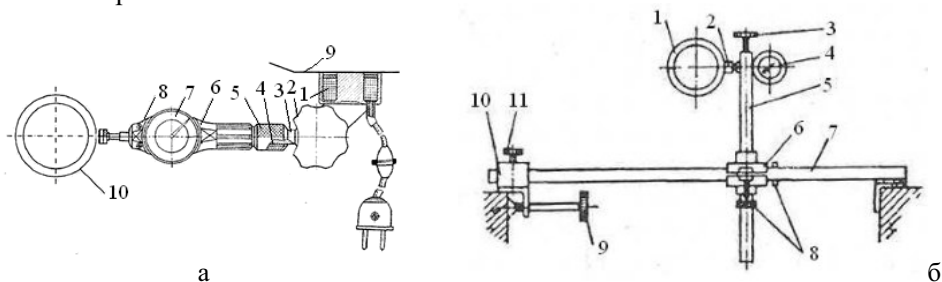


Рис. 4.22. Устройства контроля биеения карданных валов:

а – устройство КИ8902А: 1 – электромагнит; 2 – рукоятка; 3 – рычаг; 4 – сухарик; 5 – зажим; 6 – корпус; 7 – индикатор; 8 – крышка; 9 – днище кузова автомобиля; 10 – приводной вал; **б**: 1 – карданный вал; 2 – наконечник индикаторной головки; 3 – винт крепления индикаторной головки; 3 – регулировочный винт; 4 – индикаторная головка; 5 – штанга вертикальная; 6 – крестовина; 7 – штанга горизонтальная; 8 – винты крепления (фиксации); 9 – винт распорный; 10 – опора передвижная; 11 – винт стопорный

Контроль изнашивания сопряженных деталей шарниров карданного вала и его шлицев, шарниров равных угловых скоростей (ШРУС) переднеприводных автомобилей определяют визуально по относительному смещению при покачивании. Биение карданного вала (или полуоси со ШРУС) в центре не должно превышать 1,2 мм.

При использовании устройства (рис. 4.22, б) автомобиль устанавливают на осмотровую канаву. Подъемником вывешивают одно заднее колесо. Устройство закрепляют винтом 9 на канаве, а головку индикатора подводят к валу. Включают передачу и снимают с ручного тормоза (вначале подставив башмаки под переднее колесо). Покручивая заднее колесо, возникает биение карданного вала, которое равно разнице максимальных и минимальных показаний индикатора.

На посту диагностики со стендом для испытаний с беговыми барабанами с помощью прибора КИ-8902А проверяют карданные валы на радиальное биение. Пускают двигатель автомобиля, установленного ведущими колесами на беговых барабанах, включают первую передачу и поддерживают минимальную частоту вращения коленчатого вала. Прибор с электромагнитом подключают к электросети автомобиля напряжением 12 В и прикрепляют электромагнит к одной из металлических частей снизу автомобиля так, чтобы головка индикатора находилась по центру и посередине проверяемого карданного вала. Допустимое биение валов автомобилей марки «ГАЗ» - 1,2 мм, марки «ЗИЛ» - 0,8 мм. Суммарный угловой зазор в трансмиссии автомобиля с передним приводом может быть определен при вывешивании одного из передних колес, при соединении динамометра к гайке крепления колеса и установке угломера у колеса.

Для определения биения вращающихся валов, изгиба валов, зазоров в подшипниковых узлах применяется прибор КИ-8902А и различные механические устройства, как, например, на рис. 4.23, на котором обозначены: 1 – зажимной механизм; 2, 4 – вертикальная и горизонтальная штанги; 3 – муфта; 5 – зажим; 6 – направляющая; 7 – стойка; 8 – индикатор часового типа; 9 – винт.

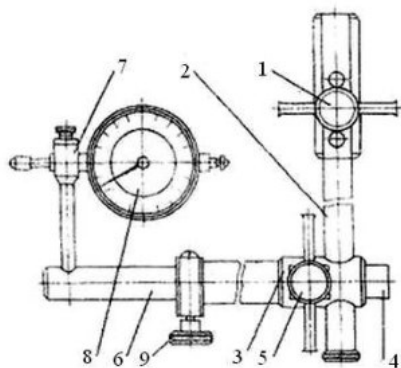


Рис. 4.23. Устройство для измерения зазоров и биения вращающихся деталей

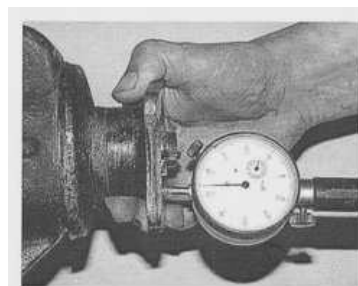


Рис. 4.24. Измерение соосности и осевого зазора фланцевых соединений

Зажимной механизм устройства может быть заменен электромагнитным прихватом (рис. 4.22). Вертикальная и горизонтальная штанги закрепляются муфтой, зажимом и винтом направляющей, на которой укреплен индикатор часового типа.

Установив наконечник индикатора по касательной к валу (перпендикулярно к крышке опоры цапф), а также по радиусу в плоскости вращения карданного вала, определяют износ деталей и биение карданной передачи.

При диагностировании подшипниковых опор, измерении зазоров в подшипниковых сопряжениях и биения концов валов применяют простейшее устройство, состоящее из зажимного механизма или электромагнита и стойки с датчиком перемещения или индикатором часового типа. Датчик или наконечник индикатора устанавливают над валом, перемещая с заданным усилием вал вверх, считывают показания измерительного прибора, характеризующие радиальный зазор в опоре. Для определения биения на конец вала или на боковую плоскость также устанавливают датчик (наконечник индикатора) и проворачивают вал. Максимальное значение показывающего прибора при этом характеризует изгиб вала (рис. 4.24).

Причины и функциональные признаки неисправностей карданных валов представлены в табл. 4.10.

Таблица 4.10

Диагностика неисправностей карданного вала

Неисправности или отказы	Причины неисправностей и функциональные признаки
Утечки в передней части карданного вала	Поврежден или изношен задний сальник трансмиссии. Следует также проверить состояние поверхности скользящей вилки
При включении передачи (в момент появления нагрузки) возникает стук	Ослабло крепление задней подвески. Ослабли болты/гайки карданного вала. Изношены или повреждены подшипники карданного шарнира (ов)
Металлический скрежет, своеобразный скорости движения автомобиля	Изношены подшипники карданного шарнира (ов)
Вибрации	В первую очередь следует проверить балансировку колес и давление в шинах. Установить в салоне автомобиля тахометр и во время движения следует определить обороты, при которых вибрация достигает максимальной интенсивности, затем переключить передачу и довести обороты до того же значения. Если вибрация возникает и достигает максимальной интенсивности при одних и тех же оборотах, независимо от выбранной передачи, ее источником не является карданный вал, т. к. частота его вращения зависит от выбора передаточного отношения.

Неисправности или отказы	Причины неисправностей и функциональные признаки
Вибрации (<i>продолжение</i>)	Если переключение передачи приводит к исчезновению вибрации или заметному снижению ее интенсивности (при тех же оборотах), следует проверить состояние карданного вала: - проверить карданный вал на наличие признаков изгиба или деформаций, в случае необходимости произвести замену; - тщательно очистить вал – налипшая грязь может быть причиной нарушения балансировки; - оценить степень износа подшипников карданных шарниров, в случае необходимости произвести замену; - проверить балансировку карданного вала или его соединительного фланца. Удостовериться в наличии на своих местах балансировочных грузиков, снять вал и установить его, провернув на 180°, - если вибрации не исчезнут, вал необходимо отбалансировать; - проверить надежность затягивания крепежных болтов/гаек; - при соответствующей комплектации автомобиля оценить степень износа центрального подшипника; - проверить состояние задних втулок трансмиссии
Скребущий звук	Удостовериться, что пылезащитная крышка скользящей вилки не трется о картер заднего удлинения трансмиссии
Вой или свист	При соответствующей комплектации автомобиля источником таких звуков может являться центральный подшипник

4.6. Диагностирование подшипниковых узлов качения

4.6.1. Диагностические параметры подшипниковых узлов качения

Требования к точности деталей подшипников качения очень высоки, Например, наружный диаметр роликов подшипников измеряется с точностью 0,10-0,15 мкм. Шероховатость поверхности беговых дорожек колец подшипников достигает $R_z=0,05\ldots 0,025$ мкм и выше. Детали контролируют в помещении с колебаниями температуры в течение года от 0,3 до 0,5 °С. Припуски на обработку рекомендуются для чернового шлифования 0,2-0,5 мм, для чистового – 0,02-0,1 мм, для тонкого – 0,01-0,02 мм и для доводки – 0,001-0,003 мм.

Основными диагностическими параметрами подшипников являются: параметры вибрации, радиальное и осевое перемещение (зазор) подшипника (вала), рабочая температура узла.

Причины повышенной вибрации, рабочей температуры и зазоров в подшипнике являются:

- режимы эксплуатации;
- микро- и макрогеометрия посадочных поверхностей;
- ослабление натягов посадок;
- ослабление креплений – фиксации подшипника в узле;
- несоосности, перекосы;
- снижение качества – состояние смазки.

В радиальном подшипнике качения различают следующие виды радиальных зазоров между его рабочими элементами: начальный e_n , измеряемый до установки подшипника на вал или в корпус (рис. 4.25); посадочный e_p , измеряемый в смонтированном подшипнике; рабочий e_r , измеряемый в работающем подшипнике при заданной температуре и нагрузке; зазор в сопряжении «подшипник-вал» S_1 и зазор в сопряжении «подшипник-корпус (стакан)» S_2 .

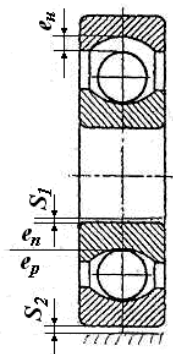


Рис. 4.25. Начальный зазор e_n в радиальном подшипнике

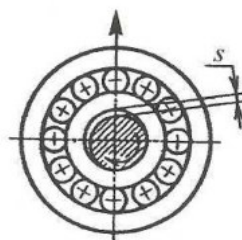


Рис. 4.26. Зазор «подшипник-вал» (s)

Параметры зазоров и посадок подшипников. Допустим, что вал вращается с постоянным направлением нагрузки на корпус, а между валом и кольцом под нагрузкой имеется небольшой радиальный зазор s (рис. 4.26). Так как момент сил трения скольжения между внутренним кольцом подшипника и валом больше момента сопротивления со стороны тел качения, кольцо вовлекается во вращение валом при отсутствии скольжения между ними, и подшипник работает, как будто, нормально. Однако узел в целом неблагополучен. Вал и внутреннее кольцо образуют фрикционную пару с внутренним касанием. Поскольку длина окружности внутреннего кольца по посадочному месту больше длины окружности вала, то кольцо при своем вращении «отстает» от вала. Кольцо, как более твердое, чем вал, раскатывает, развальцовывает вал с образованием наплыва металла у свободного конца подшипника. Такое повреждение может наблюдаться уже через несколько часов работы подшипника.

Внутреннее кольцо подшипника под нагрузкой должно иметь в сопряжении с валом натяг. Наружное кольцо может сопрягаться с корпусом по скользящей посадке. При этом кольцо подшипника при посадке не деформируется и создаются условия осевого перемещения кольца. Это удобно для сборки и позволяет кольцу проворачиваться, что при одностороннем направлении нагруз-

ки может только увеличить его долговечность. Однако, в ряде случаев для сохранения стабильных вибрационных характеристик подшипниковых узлов машин наружное кольцо фиксируют в корпусе путем применения сухарей и шариков, устанавливаемых в отверстия наружного кольца подшипника.

Внутреннее кольцо, насаженное на вал с натягом (соответственно наружное кольцо, посаженное с натягом в корпус), уменьшает начальный радиальный зазор или приводит к заземлению тел качения.

Большой натяг более 15 мкм на шейке вала, например, для подшипников № 313, приводит к копированию подшипниковым кольцом геометрической формы шейки вала и, соответственно, к повышению вибрации и ускорению износа [38].

Наличие малого гарантированно положительного рабочего зазора можно контролировать на слух и на ощупь по шуму и силе трения сопротивления вращению, определяемой при легком проворачивании рукой вала или корпуса подшипникового узла. Контроль качества сборки можно осуществлять по выбегу вала подшипникового узла. При разгоне руками выбег вала или корпуса подшипникового узла хорошей конструкции и качественной сборки может достигать 3 минут.

В регулируемых радиально-упорных подшипниках осевая игра должна, в основном, компенсировать температурную деформацию вала и подшипников. Хотя в справочниках приводятся рекомендуемые пределы осевой игры, в каждом конкретном случае полезно, при наличии достаточных данных, произвести уточнение.

Если в эксплуатационной документации не указаны предельные зазоры в подшипниках качения, то их контроль можно осуществлять по данным табл. 4.11.

Таблица 4.11

Зазоры в подшипниках качения

Внутренний диаметр подшипника, мм	Полный радиальный зазор между дорожкой качения и шариками (роликами) новых подшипников, мм		Максимально допустимый радиальный зазор при деформации, мм
	шариковых	роликовых	
20-30	0,01-0,02	0,03-0,05	0,1
35-50	0,01-0,02	0,05-0,07	0,2
55-80	0,01-0,02	0,06-0,08	0,2
85-120	0,02-0,03	0,08-0,10	0,3
130-150	0,02-0,04	0,10-0,12	0,3

Примечание. Осевой зазор равен 0,3 мм.

Контроль качества сборки подшипниковых узлов и их монтажа в машине осуществляется по вибрационным характеристикам.

Изменение состояния подшипников (их износ, деформация, изменение условий контакта тел качения) непосредственно скажется и на условиях работы зубчатых пар. В этих парах возникнут дополнительные кромочные давле-

ния и возрастут динамические нагрузки, которые повлияют на их работоспособность.

4.6.2. Методы и средства диагностирования

Контроль зазоров и предварительного натяга в подшипниках. Под зазором в подшипнике качения подразумевается внутренний зазор между кольцами и шариками, который обуславливает некоторую свободу перемещения колеи относительно друг друга в радиальном или осевом направлении (рис. 4.27). Начальный зазор – зазор между шариком и обоймой в свободном подшипнике до посадки его на рабочее место – на вал или в корпус коробки. Посадочный зазор – зазор между шариком и обоймой в подшипнике после посадки его на рабочее место. Посадочный зазор, как правило, меньше начального вследствие изменения диаметров колец подшипника из-за посадочных натягов.

От начального зазора зависит распределение нагрузки на шарики, уменьшение вибрации подшипника, ограничение смещений вала и корпуса в радиальном и осевом направлениях, уменьшение шума в подшипнике. Начальный зазор на приспособлении измеряют под нагрузкой 50-150 Н. Подшипник устанавливают так, чтобы внутреннее кольцо его прижималось нажимным конусом к съемному упору. По шкале индикатора определяют величину перемещения внешнего конца подшипника.

Допускаемые радиальные зазоры в подшипниках коробки передач автомобилей ГАЗ: первичного вала – 0,25 мм, вторичного – 0,45; автомобилей ЗИЛ: первичного вала – 0,50 мм, вторичного также 0,50 мм.

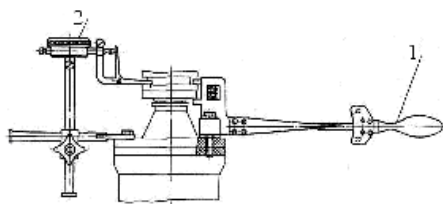


Рис. 4.28. Устройство КИ-6269 для измерения осевого зазора в подшипниках ведущей шестерни главной передачи:

1 – динамометрическая рукоятка; 2 – индикаторное устройство, закрепляемое на корпусе главной передачи. Точность измерения 0,01-0,05 мм

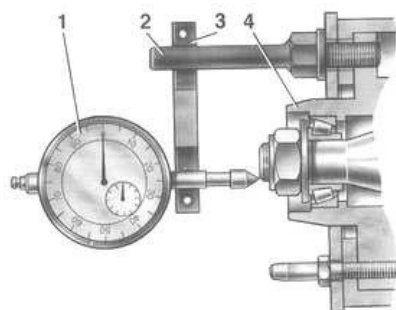


Рис. 4.27. Устройство определения осевого зазора в подшипниковых узлах валов:

1 – индикаторная головка; 2, 3 – приспособления установки; 4 – подшипниковый узел

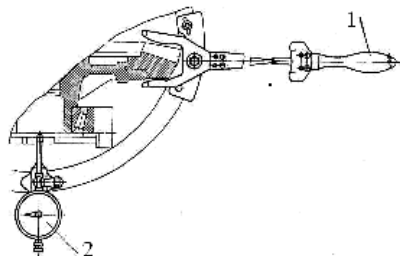


Рис. 4.29. Устройство КИ-6279 для измерения осевого зазора в подшипниках колеса главной передачи:

1 – динамометрическая рукоятка; 2 – индикаторное устройство, которое закрепляют на корпусе главной передачи. Точность измерения 0,01 мм

Устройства для определения осевого зазора в подшипниковых узлах валов агрегатов без разборки, с частичной разборкой или контроля качества регулирования и сборки узлов представлены на рис. 4.27, 4.28, 4.29.

Регулировкой затяжки подшипников главной передачи устраняют осевой зазор вала ведущей шестерни, который, например, для автомобиля ГАЗ-53 не должен превышать 0,03 мм, а для ЗИЛ-130 должен отсутствовать. Достигается это в большинстве случаев за счет уменьшения толщины регулировочных шайб до такой затяжки, при которой момент вращения ведущей шестерни, измеренный при помощи динамометрической рукоятки, не будет превышать 10-35 Н·м.

Предварительный натяг подшипников контролируют динамометром (рис. 4.30), измеряющим момент сопротивления проворачиванию, например, вала ведущей шестерни главной передачи. Величиной момента сопротивления проворачиванию определяется степень предварительного натяга подшипников. Заданный предварительный натяг подшипников в опорах достигается путем изменения (подбора) числа и толщины прокладок. В конических зубчатых сопряжениях, например, главной передачи, после регулировки подшипников регулируют зацепление конических шестерен главной передачи, изменяя число прокладок между фланцем стакана вала ведущей шестерни и торцом картера редуктора, а также переставляя прокладки под крышками роликовых подшипников промежуточного вала. Качество отрегулированного зацепления контролируют по отпечатку контакта зубьев шестерен.



Рис. 4.30. Динамометр (а) и определение предварительного натяга подшипников (б):

1 – подвижной указатель; 2 – указатель ограничения крутящего момента; 3 – корпус; 4 – рукоятка; 5 – стержень с наконечником, вставляемым в переходную втулку гайки крепления фланца; 6 – подшипниковый узел; 7 – переходная втулка

Применение демонтированных подшипников допускается в случае их съема с вала за внутреннее вращающееся кольцо без передачи усилий через тела качения. При этом не допускается наличие дефектов на подшипнике. При контроле подшипника после демонтажа размер внутреннего посадочного диаметра должен находиться в пределах допуска по стандарту ГОСТ 5208-69. Демонтаж подшипников за наружное кольцо допускается при натягах подшипника на вал не более 8 мкм на диаметре 50 мм при равномерном приложении усилия съема по всем телам качения.

Изменение состояния подшипников (их износ, деформация, изменение условий контакта тел качения) непосредственно скажется и на условиях работы зубчатых пар. В этих парах возникнут дополнительные кромочные давления и возрастут динамические нагрузки, которые повлияют на их работоспособность. Поэтому данную передачу, как и другие механические системы, не-

обходимо рассматривать как единую динамическую систему и разрабатывать математические модели, отражающие основные связи и зависимости, которые с достаточной степенью достоверности описывают происходящие процессы. Здесь широкое применение находят методы механики и динамики машин, а также раскрытие сложных взаимосвязей.

4.7. Контроль технического состояния автоматической коробки передач

4.7.1. Диагностические параметры механических систем АКП

Неисправности автоматических коробок передач обычно вызваны одним или несколькими условиями:

- неисправностями гидравлики;
- механическими неисправностями;
- неисправностями фрикционных элементов;
- неисправностями гидротрансформатора;
- электрическими или электронными неисправностями;
- плохой работой двигателя или неправильной информацией о работе двигателя, поступающей к коробке передач;
- неправильно выполненной регулировкой.

Диагностика данных неисправностей или подобных является точной процедурой, дающей превосходные результаты. Успех процедуры, однако, зависит от точности полученных данных и информации. Задачей диагноста (техника) является точное проведение необходимых операций до тех пор, пока не будет получена достаточная информация для принятия решения о причине неисправности [14].

Типичными диагностическими параметрами контроля технического состояния АКП являются: суммарные угловые зазоры (при переключении передач), давление масла, частота вращения коленчатого вала двигателя (при переключении передач), моменты переключения передач по скорости при плавном «разгоне» автомобиля на ненагруженных беговых барабанах динамометрического стенда, тестовые испытания автомобиля на динамометрическом стенде с заданием необходимых скоростных и нагрузочных режимов разгона, торможения, установившегося движения на каждой передаче, диагностирование по кодам неисправностей (для АКП с ЭБУ).

Наиболее распространенными неисправностями АКП в эксплуатации являются посторонний шум и вибрация (28-30%), проскальзывание или пробуксовка (20-30%). Поэтому сложился определенный порядок выбора диагностического параметра изделий и систем электрооборудования:

- выявляют наиболее часто повторяющиеся отказы и повреждения по данным подконтрольной эксплуатации или по результатам эксплуатации;
- анализируют причинно-следственные связи неработоспособных или исправных элементов изделия и его выходных параметров;

- составляют функциональную схему структурно-следственных связей по цепи: агрегат или сборочная единица - сопряжение или элемент - структурный параметр - характер неисправности - признак - диагностический параметр.

Вид неисправности АКП по частоте вращения коленчатого вала определяется, например, таким образом. Если частота вращения коленчатого вала, при которой двигатель заглох, выше рекомендуемой, то АКП проскальзывает, а если ниже – заклинивает реактивное колесо гидротрансформатора.

Моменты переключения передач по скорости при плавном «разгоне» автомобиля на ненагруженных беговых барабанах динамометрического стенда определяется по колебаниям стрелки спидометра или по характеристикам осциллограмм частоты вращения валов.

4.7.2. Методы контроля общего технического состояния систем трансмиссии

Для диагностирования трансмиссии широкое распространение получил метод, основанный на измерении суммарных зазоров (люфтов) при помощи специализированных люфтомеров-динамометров КИ-4832 и К-428, при создании момента силы 20-25 Н·м. Зев динамометрического ключа прибора накладывают на крестовину карданного вала, указатель закрепляют зажимом на шейке отражателя ведущего вала главной передачи, а шкалу – на фланце заднего моста. Таким образом производится последовательное измерение люфтов главной передачи (с бортовыми редукторами) и коробки передач с карданным валом.

Суммарный люфт в агрегатах и механизмах трансмиссии автомобилей с передним приводом может быть определен при вывешивании одного из передних колес, присоединении динамометра к гайке крепления колеса и установке угламера у колеса.

Для проверки работоспособности АКП применяют следующие методы: контроль давления масла, стендовые испытания, диагностика по кодам неисправностей (для АКП с электронным блоком управления). Однако ничем невозможно заменить знания конструкции, опыт и интуицию. Теоретические знания постоянно помогают в принятии верных решений.

Давление масла в магистралях АКП проверяют с помощью контрольного масляного манометра, который поочередно (через специальный переходник) подсоединяют к отверстиям в корпусе гидроклапанов на входе и выходе масляной магистрали. Сравнивая величины давления с рекомендуемыми значениями, делают заключение о техническом состоянии АКП. Методы диагностирования гидравлических систем описаны в разделе 10.

Динамическими параметрами контроля трансмиссии на стенде с беговыми барабанами являются: мощность, затрачиваемая на прокручивание трансмиссии и ведущих колес автомобиля; усилие включения скорости; угловое ускорение в динамическом знакопеременном режиме; уровень вибрации агрегатов; механический КПД трансмиссии; расход топлива; установившаяся температура агрегатов; проскальзывание сцепления; свободный ход педали.

Рекомендации по контролю технического состояния автомобиля на стенде с беговыми барабанами представлены в стандарте ГОСТ 26899-86 «Стенды роликовые для определения параметров тягово-скоростных свойств и топливной экономичности автомобилей и колесных тракторов в условиях эксплуатации».

Самым информативным диагностическим параметром трансмиссии является уровень вибрации агрегатов [13, 39, 40]. Контроль других диагностических параметров позволяет оценить важные функциональные параметры технического состояния и состояние электронных блоков управления силовыми агрегатами, оптимизировать рабочие режимы трансмиссии и частично проводить тестовое диагностирование неисправностей по узлам и агрегатам. Но для определения неисправностей общей диагностики недостаточно, так как некоторые неисправности (предельные износы, зазоры в сопряжениях подшипниковых узлов и зубчатых передачах и др.) оказывают слабое влияние на КПД и энергию, затрачиваемую на прокручивание трансмиссии автомобиля, но существенно влияют на безопасность движения.

Некоторые зарубежные фирмы применяют упрощенные стендовые проверки для контроля общего технического состояния гидротрансформатора и коробки передач, работоспособность которых определяется по частоте вращения коленчатого вала двигателя без динамометрического стенда. Автомобиль устанавливается на пост с осмотровой канавой для подключения тахометра к ведомому валу АКП, далее отсоединяется контакт кнопки принудительного включения пониженной передачи, селектор переключения передач устанавливается в нейтральном положении, включается стояночная тормозная система, к датчику частоты вращения коленчатого вала двигателя подключается тахометр, после чего двигатель прогревается. Для выполнения проверки до упора нажимается педаль тормозной системы, включается низшая передача и при медленном нажатии на педаль привода дроссельной заслонки увеличивается частота вращения коленчатого вала двигателя до момента его останова (так как автомобиль заторможен). Частота вращения коленчатого вала двигателя и ведомого вала коробки передач фиксируются. Аналогично проверяются и другие передачи. Полученные результаты сравнивают с рекомендуемыми значениями, после чего делается заключение о работоспособности АКП. Если частота вращения коленчатого вала, при которой двигатель заглох, выше рекомендуемой, то АКП проскальзывает, если ниже – заклинивает реактивное колесо гидротрансформатора.

Данный метод диагностики, кроме определения технического состояния АКП, позволяет проводить индивидуальную регулировку системы автоматического управления переключением передач для установки максимально экономичных режимов расхода топлива на известных маршрутах движения автомобиля.

Положительные результаты дает также способ определения моментов переключения передач по скорости при плавном разгоне автомобиля на ненагруженных беговых барабанах динамометрического стенда. Моменты переключения определяются по колебаниям стрелки спидометра.

Правилами дорожного движения запрещается эксплуатация автомобилей, если не включается или самопроизвольно выключается любая передача в коробке передач, поврежден или наблюдается повышенная вибрация карданного вала.

Работа коробки передач с электронным управлением зависит от положения рычага селектора, определяемого посредством одного потенциометра и четырех микровыключателей, сигналы с которых поступают в электронный блок управления. Сам процесс переключения передач полностью контролируется блоком управления и производится посредством электромагнитных клапанов и переключателя передач с гидроприводом.

При диагностике автоматических коробок передач сначала считывают коды неисправностей двигателя и коробки передач с помощью диагностического тестера и устраняют неисправности двигателя. Затем выполняют тестирование коробки передач.

Причинами неисправности автоматической коробки передач может стать следующее:

- неисправность гидравлической системы;
- механические неисправности;
- неисправность фрикционных элементов;
- неисправность гидротрансформатора;
- неисправность электропроводки;
- выход из строя электронных элементов;
- неправильная регулировка;
- сбой в работе двигателя, например, недостаточная мощность или неправильность информации, поступающей в ЭБУ (неправильно считанная информация).

Непоследовательное переключение передач может быть вызвано засорением выпускной системы (забита) или смещением фаз газораспределения. Блок управления двигателем способен корректировать и поддерживать работу двигателя, даже в том случае, когда работа коробки передач неустойчива.

Любой недостаток работы двигателя необходимо устранять при первых незначительных проявлениях. Легко совершить ошибку и разобрать коробку передач, а затем выяснится, что неисправность возникла в двигателе или в его выпускной системе, а не в коробке передач.

Загорание лампы MIL на панели приборов указывает на то, что блоком управления двигателем или силовым агрегатом (ЕСМ/РСМ) обнаружена неисправность в системе контроля токсичности отработавших газов или неисправность деталей силового агрегата – двигателя или коробки передач.

Диагностические коды неисправностей (DTC) представляют собой последовательность вспыхек контрольной лампы MIL определенной продолжительности.

Если поступает сигнал о неисправности, то сразу же необходимо отпустить педаль подачи топлива, так как в это время происходит пробуксовка, которая может привести к повреждению коробки передач. Если возникают необычные шумы, проверку следует остановить. Звуки вспенивания или воющие звуки, вызванные работой жидкости в гидротрансформаторе, допускаются при

проверке останова двигателя. Металлические же шумы в силовом агрегате указывают на неисправность гидротрансформатора.

Если частота вращения коленчатого вала меньше на 100-200 мин⁻¹ рекомендуемой заводом-изготовителем, то причиной этому, вероятно, стала потеря мощности двигателя, вызванная неисправностью свечей зажигания или сбоем во вторичной (высоковольтной) цепи системы зажигания.

Устранение неисправностей производится в следующей последовательности:

1. Анализ неисправности – определение характера неисправности и условия ее появления.

Возможные проявления неисправностей:

- автомобиль не движется или плохо разгоняется (пробуксовка сцепления при разгоне и торможении);

- жесткое включение передач;

- нет переключений на последующие передачи;

- нет переключений на повышенную или пониженную передачу;

- нет торможения двигателем;

- нет переключения на стояночную тормозную систему.

2. Предварительный контроль и регулировка:

- контроль частоты вращения коленчатого вала на режиме холостого хода;

- контроль полного открытия дроссельной заслонки;

- регулировка длины хода троса дроссельной заслонки;

- контроль уровня и состояния загрязнения масла (рабочей жидкости);

- контроль включателя блокировки пуска двигателя;

- контроль включения управления повышающей передачей;

- контроль давления в магистрали.

3. Испытания:

- определение частоты вращения вала двигателя на холостом ходу;

- определение времени задержки при переключении передач;

- определение давления масла (рабочей жидкости);

- дорожные испытания.

4. Определение возможной причины неисправности.

5. Устранение неисправности.

6. Окончательный контроль.

Указанные методы диагностирования, помимо выявления нарушений функционирования АКП и определения необходимости ее ремонта, позволяют проводить индивидуальные регулировки систем автоматического управления переключением передач для максимально экономичного режима расхода топлива на характерных маршрутах движения.

Необходимость и содержание текущего ремонта АКП определяется по результатам диагностирования рассмотренными ранее методами, а также причинно-следственным анализом.

При техническом обслуживании (ТО) АКП проводится общий контроль технического состояния, проверка уровня и давления масла, его замена через 45-60 тыс. км пробега в зависимости от модели АКП. При замене масла для

слива его остатков следует отсоединить магистраль, идущую к масляному радиатору. ТО АКП выполняется специалистами высокой квалификации или на специализированных предприятиях фирменной сети производителей автомобилей.

Бесступенчатые коробки передач (CVT). Производители трансмиссии считают, что ресурс эксплуатации вариаторной коробки 150-200 тыс. км, на самом деле он вдвое короче. Причина быстрого выхода из строя бесступенчатой трансмиссии кроется в ее конструктивных особенностях и небольшом ресурсе основного вариаторного узла.

4.7.3. Контроль изнашивания деталей и смазочной способности масел

Трансмиссионные масла. В эксплуатации автомобилей оценка технического состояния узлов трения производится по измерению значений структурных параметров, по количеству продуктов износа и по анализу качества масел. Целью такого контроля является определение остаточного ресурса деталей, рациональных сроков замены масла.

Согласно общих рекомендаций первую замену масла необходимо производить после обкатки автомобиля в назначенных нагрузочно-скоростных режимах эксплуатации, а в дальнейшем – в соответствии с картой сервисного обслуживания.

Наибольшее влияние на изменение ресурса масел оказывают скоростные и нагрузочные режимы работы трансмиссии, температура смазываемых деталей. Общие браковочные признаки оценки качества работающего масла приведены в работах [14, 26]. Наибольшее практическое применение нашел метод спектрального анализа масел, который позволяет определять концентрацию продуктов износа и примесей в масле.

Визуальный контроль состояния смазочной системы осуществляется по:

- количеству масла (рабочей жидкости) в коробке передач по уровнемеру;
- работе насоса подачи масла (рабочей жидкости);
- утечкам;
- цвету масла (рабочей жидкости);
- давлению масла (рабочей жидкости) по манометру;
- работе питателей и фильтра;
- подаче масла (рабочей жидкости) через смотровое стекло (окно) на маслопроводе или по расходомеру;
- просачиванию пластического смазывающего материала из уплотнительной части;
- состоянию обрызгивания маслом зубчатых передач.

В общем случае масло подлежит замене при таких условиях:

- повышение кислотного числа до 5 мг КОН на 1 г масла;
- изменение вязкости на 25% от первоначального значения;
- содержание воды в масле свыше 2%;
- вытяжка имеет кислую реакцию свыше 0,5%;

- наличие в масле от 0,5% до 2,5% механических примесей;
- наличие в масле примесей, оказывающих абразивное воздействие;
- повышение коксуемости масла выше требований стандартов.

Смазочно-охлаждающие жидкости АКП. Проверка уровня жидкости.

Уровень жидкости, который будет показывать щуп, будет различным при различных температурах вследствие теплового расширения. Поэтому при измерении уровня нужно это иметь в виду. Точное измерение уровня жидкости производят по возможности при достижении нормальной рабочей температуры. Под нормальной рабочей температурой подразумевается температура после 20 км пробега. При этом, как правило, температура рабочей жидкости автоматической коробки передач должна быть 70-80 °С. При прогретой трансмиссии производят проверку уровня в описанной далее последовательности.

Поставить машину на ровном месте и затянуть стояночный тормоз.

Запустить двигатель и на холостом ходу перевести рычаг селектора из положения «Р» в положение «1», затем опять в положение «Р». Вынуть щуп, вытереть начисто, вставить в трубку до упора и затем вновь вынуть.

При этом уровень рабочей жидкости должен находиться между «min» и «max» на той стороне щупа, которая предназначена для измерения уровня жидкости при 80 °С.

Но если при температуре 30 °С машина долго простояла и двигатель остыл, при измерении уровня используют ту сторону щупа, которая предназначена для измерения при 20 °С и производят проверку следующим образом:

- поставить машину на ровном месте и затянуть стояночный тормоз;
- запустить двигатель и после того, как он проработает 1-2 минуты на холостом ходу, проверить уровень жидкости. (Однако температура жидкости в автоматической трансмиссии не должна быть выше 40 °С). При этом уровень жидкости должен находиться на той стороне щупа, которая предназначена для измерения уровня при температуре 20 °С.

Проверка состояния рабочей жидкости. По цвету можно судить о подгорании жидкости, износе или повреждении дисков. Поэтому при проверке уровня жидкости одновременно проверяют и изменение цвета. Нормальная жидкость должна быть прозрачной и иметь красный цвет. Этот цвет является критерием при проверке.

Коричневый оттенок жидкости говорит о жестких условиях эксплуатации. Вследствие того, что жидкость долгое время находилась в условиях высокой температуры и подгорала, изменяется не только цвет, но и появляется запах гари, снижается вязкость и жидкость на ощупь становится шершавой. Все это можно легко определить. Можно точнее выразить ощущение цвета и сказать, что остается красноватый оттенок. Такой же цвет появляется, когда жидкость долго используется без замены, и в этом случае ее необходимо срочно заменить.

Почернение жидкости может означать, что происходит подгорание дисков муфты, износ втулок и шестерен. Особенно, когда вследствие износа алюминиевых втулок алюминиевый порошок попадает в жидкость, которая вследствие этого чернеет. Если продолжать эксплуатацию в таком состоянии, то будет происходить пробуксовка муфты, будут возникать посторонние шумы и

для предотвращения большего ущерба необходимо срочно произвести технический осмотр с разборкой агрегата. Проверка жидкости является очень важным моментом, так как по ее состоянию можно узнать, где происходит износ, а также состояние износа. Следовательно, если в жидкости содержится много металлического порошка, можно сделать вывод, что в агрегате происходит сильный износ.

Явление лакирования жидкости происходит при длительном нахождении при высокой температуре. В этом случае замена жидкости вряд ли поможет, так как уже есть износ муфты и лент. Так как пробуксовка сопровождается запахом гари, то по запаху гари можно судить о наличии пробуксовки. Если продолжать эксплуатацию в таком состоянии, то это может привести к заклиниванию контрольных клапанов, что повлияет на работу гидротрансформатора.

При появлении молочного цвета жидкости, то точно так же, как и для моторного масла, можно сделать вывод, что попала влага. Так как в этом случае в жидкость могла попасть охлаждающая жидкость из-за повреждения системы охлаждения, то необходимо произвести ремонт радиатора и охладителя масла и заменить масло.

Периодичность замены рабочей жидкости:

- при нормальных условиях работы – через каждые 3 года или через каждые 45000 км пробега;
- при жестких условиях работы – через каждые 2 года или через каждые 30000 км пробега.

4.7.4. Алгоритмы и средства контроля технического состояния АКП

4.7.4.1. Средства диагностирования АКП

Основными средствами диагностирования автоматических коробок передач (АКП) являются типовые измерители:

- люфтомеры определения суммарных угловых зазоров в зубчатых зацеплениях;
- индикаторные головки определения радиальных и осевых зазоров в подшипниковых узлах качения и скольжения;
- манометры и гидротестеры определения давления в гидравлической магистрали;
- шуп для контроля уровня масла;
- средства контроля качества масел и жидкостей;
- амперметры, вольтметры и осциллографы;
- стенды испытательные автомобилей с беговыми барабанами, а также специальные;
- насосы-вакуумметры;
- тестеры и сканеры для распознавания кодов неисправностей;
- индивидуальные дорожные тестовые испытания.

При общем контроле технического состояния коробки передач используют переносные приборы, позволяющие определять частоту вращения коленчатого вала двигателя и ведомого вала коробки передач. Для выявления отказов и неисправностей дополнительно используются автотестер, подключаемый поочередно к соленоидам гидроклапанов.

Стендовое диагностирование АКП проводится посредством тестовых испытаний автомобиля на динамометрическом стенде с заданием необходимых скоростных и нагрузочных режимов: разгона, торможения, установившегося движения на каждой передаче. В перспективе планируется создание новых специализированных динамометрических стендов с автоматической программой испытаний АКП. Алгоритм испытаний АКП приведен на рис. 4.31.

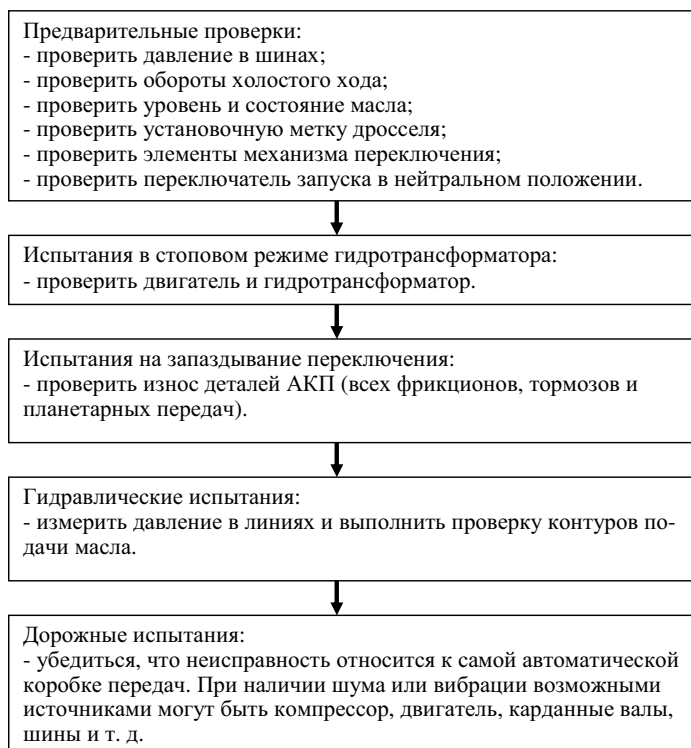


Рис. 4.31. Алгоритм испытаний АКП

В некоторых случаях для определения неисправности АКП необходим демонтаж агрегата с автомобиля.

Причинами невключения какой-либо передачи АКП являются выход из строя электромагнитов (соленоидов), заклинивание главного гидроклапана-золотника, неисправности в работе гидравлических клапанов, разрегулировка системы автоматического управления переключения передач. Рывки при переключении передач, как правило, возникают при разрегулировке переключателя

золотников периферийных клапанов или ослаблении крепления центробежного регулятора и тормоза главного золотника. Несоответствие моментов переключения передач по скорости движения и степени открытия дроссельной заслонки возникает при разрегулировке системы автоматического переключения передач и понижении давления масла в главной магистрали из-за износа деталей масляных насосов или чрезмерных внутренних утечек масла.

4.7.4.2. Контроль механических систем АКП

Первоначальную проверку АКП проводят в соответствии с основными пунктами приведенного на рис. 4.32 алгоритма.



Рис. 4.32. Алгоритм поиска неисправностей АКП

Этапы общей диагностики АКП:

- выслушайте замечания и жалобы водителя (владельца) автомобиля;
- проверьте уровень жидкости и ее состояние;
- проведите быструю проверку холостого хода двигателя, вакуумных магистралей, электрических соединений, механических тяг троса управления и корпус дроссельной заслонки при ее полном открывании;
- проверьте блок управления двигателем или блок управления коробкой передач на наличие кодов неисправностей;

- проведите проверку остановки двигателя и сравните данные с данными производителя;
- выполните диагностическую контрольную поездку;
- проведите контрольную проверку давления, что позволяет выяснить целостность систем: насоса, системы дроссельного клапана, центробежного регулятора, заедание клапанов переключения рабочей жидкости контура фрикциона.

Причины неисправности определяют по результатам причинно-следственного анализа АКП (табл. 4.12) [14]. Анализ начинают с контроля состояния контрольной лампы индикации неисправностей. При возникновении неисправности в АКП сначала необходимо понять, где возникла неисправность: в двигателе, в коробке передач или в электрической цепи, и только после этого браться за ее устранение.

Неисправности, возникающие в системе электронного управления трансмиссией, могут исходить от трех источников: двигатель, ЭБУ трансмиссией или самой АКП.

Таблица 4.12

Анализ отказов и неисправностей АКП

Посторонний шум и вибрация	Проскальзывание передач	Сбой в выборе передач	Заклинивание на одной из передач	Нет передачи заднего хода	Нарушения в работе селектора и индикации	Течь масла	Причина
+	+	+	+	+			Низкий уровень масла
+		+				+	Высокий уровень масла
+						+	Ослабло крепление гидротрансформатора
		+			+		Неисправен блок управления, разрыв в цепи
+			+	+		+	Износ втулок валов
+	+						Износ фрикционов
+							Отказ обгонной муфты реактора гидротрансформатора
+	+	+	+	+			Загрязнение или неисправность гидроклапанов
	+			+			Износ (разрегулировка) фрикционной ленты
+							Заклинивание поршня во фрикционной муфте
	+	+				+	Неисправен датчик тахометра
		+	+				Неисправен датчик положения дроссельной заслонки
		+					Неисправен датчик пониженной передачи
	+						Неисправен датчик крутящего момента

Продолжение табл. 4.12

Посторонний шум и вибрация	Проскальзывание передач	Сбой в выборе передач	Заклинивание на одной из передач	Нет передачи заднего хода	Нарушения в работе селектора и индикации	Течь масла	Причина
+		+	+	+			Неисправен гидронасос
		+	+	+		+	Повреждена плита гидроклапанов
					+		Неисправен индикатор перемещения селектора
						+	Износ сальников
						+	Негерметичен картер и его соединения
				+	+		Неисправен селектор
+			+	+			Износ зубчатых колес
	+	+	+	+			Неисправен соленоид управления гидроклапаном

4.7.4.3. Контроль гидромеханических передач

Трансмиссии автомобилей могут быть с электронным и гидравлическим управлением.

Основными операциями контроля технического состояния гидромеханических коробок переключения передач (ГМКПП) являются:

1. Проверка отсутствия:

- горения ламп, сигнализирующих о наличии неисправностей ГМКПП при работающем ДВС;
- течи масла из ГМКПП;
- несоответствующего состояния и фиксации рычага селектора;
- несоответствующего состояния масла в ГМКПП. Наличие посторонних частиц или запаха гари свидетельствует о наличии дефектов ГМКПП;
- самопроизвольного движения автотранспортного средства при нахождении селектора в положении «N»;
- движения на передачах, удары при трогании с места и при переключении передач, нечеткое или затяжное переключение передач, рывки при движении, переключение передач при несоответствующей скорости движения, отсутствие режима «Kick down», ГМКПП шумит при переключении передач или при работе на передачах, перегрев ГМКПП.

2. Наличие соответствующего уровня масла в ГМКПП. Проверка производится как в гидротрансформаторе, так и в остальной части ГМКПП. Причем

на щупах следует проверить наличие соответствия уровня масла температуре ГМПП. На щупах, которые вставляются в заливные горловины, имеются метки как для непрогретой, так и для прогретой до рабочей температуры ГМКПП. Для полного прогрева ГМКПП должна проработать в течение 15 минут.

3. Проведение контрольной поездки для проверки работоспособности ГМКПП при разгоне автотранспортного средства (при плавном нажатии на педаль управления подачей топлива). Переключение передач в ГМКПП должно происходить без резкого повышения оборотов коленчатого вала ДВС. Контроль оборотов ДВС следует проводить при помощи тахометра.

4. Контроль работоспособности режима «Kick down» ГМКПП. При кратковременном резком нажатии (до упора в пол) педали управления подачей топлива стрелка тахометра должна скачком переместиться вверх, что свидетельствует о наличии принудительного включения пониженной передачи.

5. Контроль при нажатой педали тормоза переключением селектора на 1-2 секунды в каждый из режимов: «N», «P», «D», «R»: наличие характерных слабых толчков автотранспортного средства, которые свидетельствуют о включении режима. Проверить отсутствие несоответствующих шумов при этом.

ГМП диагностируют на силовом стенде проверки тяговых качеств автомобиля. На стенде воспроизводят необходимые тестовые режимы диагностирования ГМП: разгон, торможение, накат, установившееся движение на каждой передаче.

При этом как на установившихся, так и на переменных режимах движения автомобиля при помощи специального прибора измеряют текущее значение скорости движения и фиксируют значения скоростей в моменты автоматического переключения передач.

Для определения скорости движения используется фотодатчик, измеряющий частоту вращения беговых барабанов стенда. Моменты автоматического включения той или иной передачи фиксируются при помощи электрических импульсов, поступающих по соединительным проводам от исполнительных механизмов системы автоматического управления переключением передач.

Давление масла в главной магистрали измеряют на режимах холостого хода, движения и наката при помощи установленного в кабине водителя датчика. Для измерения температуры масла в ГМП применяют быстродействующий малоинерционный теплоизмерительный прибор. Кроме того, при помощи специального щупа измеряют зазоры между концами толкателей электромагнитов и регулировочными винтами механизма управления золотниками периферийных клапанов. По результатам диагностирования выявляют потребность в регулировках по системе автоматического управления переключением передач и определяют потребность в снятии ГМП с автомобиля для ремонта.

Следует отметить, что ГМП можно использовать для определения технического состояния двигателя автомобиля, на который она установлена. Если, удерживая автомобиль тормозами, нажать полностью на педаль управления дросселем, двигатель увеличит число оборотов коленчатого вала и будет работать на режиме максимального использования мощности при определенной

частоте вращения коленчатого вала. Эту частоту называют частотой «входа». Параметры гидротрансформатора ГМП выбирают такими, чтобы частота «входа» была близка частоте, соответствующей максимальному крутящему моменту двигателя и даже несколько выше нее. При уменьшении мощности двигателя величина его крутящего момента может быть определена из выражения

$$M_{кр} = \lambda j n^2 D^5,$$

где λ – коэффициент крутящего момента, характеризующий лопаточную систему насосного колеса; j – удельный вес рабочей жидкости; n – число оборотов «входа», равное числу оборотов насосного колеса гидротрансформатора; D – активный диаметр гидротрансформатора.

Механизмы ГМП регулируют при помощи специального винта, изменяя положение главного золотника для обеспечения требуемых режимов автоматического переключения передач (например, для ГМП автобуса ЛиАЗ-677 при разгоне с полностью открытой дроссельной заслонкой переключение с понижающей передачи на прямую должно происходить при скорости 25-30 км/ч, блокирование гидротрансформатора – при скорости 35-42 км/ч). Регулируют также ход конца продольной тяги управления силовым регулятором для обеспечения поворота рычага эксцентрика на 90° в период полного хода педали управления дроссельной заслонкой и зазор в механизме управления золотниками периферийных клапанов (для ГМП автобуса ЛиАЗ-677 он составляет 0-0,2 мм) с целью снижения в процессе эксплуатации износа дисков двойного фрикциона.

В системе управления DIWA электронный блок управления (ЭБУ) получает сигналы от педали тормоза, педали управления подачей топлива, датчиков частоты вращения входного и выходного валов ГМКПП, датчика температуры масла, датчика давления масла, клавишного переключателя. Управление ГМКПП осуществляется путем подачи давления масла на поршни, которые в свою очередь воздействуют на диски (сжимая их). Диски при этом блокируют соответствующую корончатую шестерню планетарной передачи и при этом происходит соответствующее переключение в диапазоне 2-4 передач. Подача давления масла производится соответствующими гидрораспределителями с электромагнитным управлением. Включением в определенном порядке гидрораспределителей с электромагнитным приводом управляет ЭБУ. Причем ЭБУ также управляет индикацией (транспарантами на щитке приборов).

Контроль давления в гидравлических системах. Схемы работы гидравлических систем управления приведены на рис. 4.33.

Гидравлический тест предназначен для косвенной проверки характеристик масляного насоса, клапанов корпуса затворов и рабочих элементов. При этом измеряют линейное давление при различных позициях селектора.

Проверку давления масла в магистралях АКП проводят контрольным масляным манометром, который поочередно (через специальный переходник) подсоединяют к отверстиям в корпусе гидроклапанов на входе и выходе масляной магистрали. Сравнивая величины давления с рекомендуемыми значениями, делают заключение о техническом состоянии АКП.

Схема диагностики неисправностей гидравлических цепей приведена в табл. 4.13.

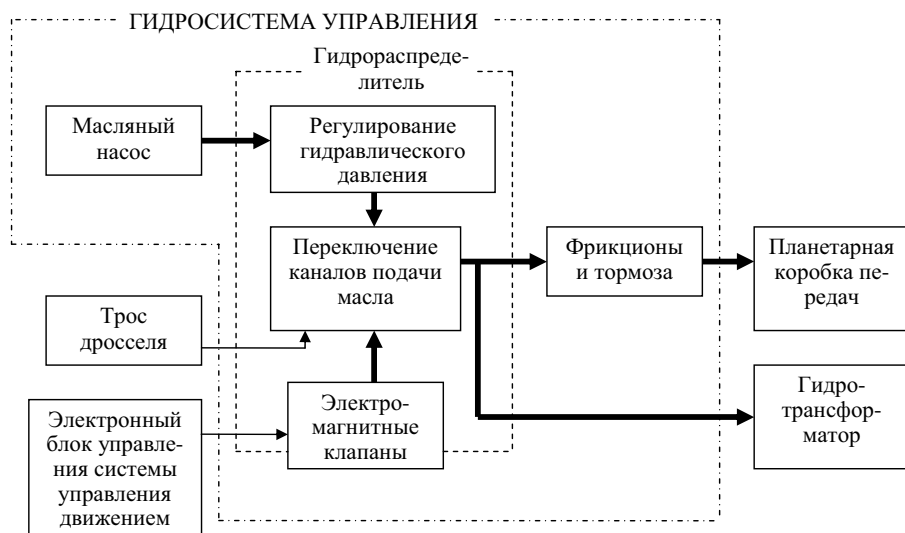
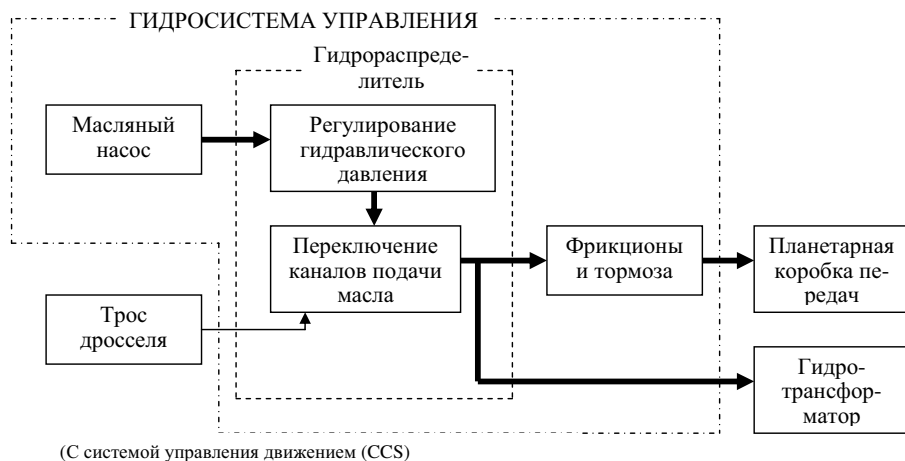


Рис. 4.33. Схемы работы гидросистем АКП

Проверка давления наиболее ценна для использования в специальных ситуациях, особенно при диагностике переключения передач и при пробуксовке, причины которых остаются неизвестными. Когда неисправность по-прежнему проявляется после обычных диагностических проверок, то последним этапом будет проведение проверок давления жидкости (масла). Проверки давления помогут определить проблемные области такие, как насос, системы дроссельного клапана и центробежного регулятора.

Таблица 4.13

**Возможные неисправности на примере АКП AW03-71L, AW03-71LE
и меры по их устранению**

Не запускается двигатель																	
Не движется в позиции «1», «2» или «D»																	
Не движется в позиции «R»																	
Помехи в распространении тягового усилия при переключении с 3 на 4 передачу																	
В позициях «D» и «2» не переключается на 1 и 2 передачи																	
Не переключается со 2-й на 3-ю передачу																	
Не переключается с 3-й на 4-ю передачу																	
Не происходит «Kick down» с 4-й на 3-ю передачу																	
Не происходит «Kick down» с 3-й на 2-ю передачу																	
Не происходит «Kick down» со 2-й на 1-ю передачу																	
Машина плохо ускоряется																	
Переключение скорости на слишком низкой скорости																	
Слишком раннее или позднее переключение скоростей																	
Перегрев трансмиссии																	
В позиции «1» нет эффекта торможения двигателем																	
На 2-й передаче нет эффекта торможения двигателем																	
																Причина	Устранение
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1	1				1										Плохо действует	Повысить точность
	2	2														Низкий уровень трансмиссионного масла	Дозаправка
													1			Высокий уровень трансмиссионного масла	Слить
													2			Забит охладитель масла	Продуть в обратном направлении
2	3	3														Плохо отрегулирован Linkage селектора	Регулировка
							1	1	1	1		1				Плохо отрегулированы тросики «Kick down»	Регулировка
											2					Не досоединен тросик дросселя «Kick down»	Подсоединить
											1					Оборван тросик дросселя «Kick down»	Заменить
	4	4		1	1	2		2	2	2		3		2	2	Неисправен Valve Body Ass'y	Заменить
4																Неисправен ключ «нейтраль»	Заменить
							3									Неисправен гидравлический ключ «Kick down»	Заменить
						4	2									Неисправен электромагнитный клапан	Заменить

Продолжение табл. 4.13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
						3										Неисправен ключ автоматического переключения на 4-ю передачу	Заменить
													4			Неисправна муфта трансформатора	Заменить трансформатор
	5	5								3			3			Неисправен гидравлический трансформатор	Замена
				2	2	6						2				Неисправен центробежный регулятор	Замена
3	6	6														Неисправен масляный насос	Замена
			1													Неисправна обгонная муфта F0	Замена
				4												Неисправна обгонная муфта F1	Замена
	8															Неисправна обгонная муфта F2	Замена
						5										Неисправен многодисковый тормоз B0	Осмотр с разборкой
				3	3											Неисправен многодисковый тормоз B2	Осмотр с разборкой
		8														Неисправен многодисковый тормоз B3	Осмотр с разборкой
	7															Неисправна многодисковая муфта C1	Осмотр с разборкой
		7														Неисправна многодисковая муфта C2	Осмотр с разборкой
	9	9		5	4	7				4			5	3	3	Неисправна трансмиссия	Замена
						8	4									Неисправен блок электронного управления	Проверка

Номера, записанные слева на схеме диагностики неисправностей, показывают оценку возможных причин неисправностей: 1 – наиболее вероятная причина; 2 – вторая по вероятности причина; 3 – третья по вероятности причина.

При проверках давления обычно не удастся проверить, правильно ли работают исполнительные механизмы (сервоприводы) или фрикционы. Они помогут исключить основные гидравлические системы в качестве возможной причины неисправности, когда значения давления правильные. В частности, проверка давления выясняет гидравлическую целостность следующих систем:

- насос;
- системы дроссельного клапана;
- центробежного регулятора (в некоторых случаях);
- заедających клапанов переключения (в некоторых случаях);
- рабочей жидкости контура фрикциона (в некоторых случаях).

Проверка давления включает в себя определение давлений в коробке передач в каждом из рабочих диапазонов при определенных условиях, указан-

ных компаний-производителем. Достоверность результатов проверок зависит от следующих факторов:

- уровень и состояние жидкости коробки передач нормальные;
- жидкость коробки передач находится при рабочей температуре;
- тяги управления настроены правильно;
- регулировки деталей управления дроссельным клапаном на коробке передач правильные;
- вакуум модулятора правильный;
- процедуры проверки проведены точно;
- контрольные приборы и оборудование обеспечивают точные и правильные показания;
- результаты измерений записаны для сравнения с техническими данными, не полагаясь на память.

Процедура проверки линейного давления на примере коробки передач HYDRA-MATIC 4T60-E

1. Проверить уровень жидкости (масла). См. описание процедуры проверки уровня жидкости в АКП (подраздел 4.7.2).

2. Снять заглушку для измерения линейного давления и подсоединить манометр.

3. Отсоединить вакуумную магистраль от модулятора коробки передач и подсоединить вакуумметр/вакуумный насос к вакуумной магистрали двигателя.

4. Завести двигатель; затянуть стояночный тормоз и определить значение вакуума:

- на уровне моря вакуум двигателя должен быть не менее 61 кПа (450 мм рт. ст.). Вакуум двигателя упадет примерно на 3,5 кПа (25 мм рт. ст.) для повышения высоты на каждые 305 м.

5. Отсоединить вакуумметр (вакуумный насос от вакуумной магистрали двигателя). Подсоединить вакуумметр/вакуумный насос к модулятору коробки передач. Установить заглушку в вакуумную магистраль двигателя для предотвращения подсоса воздуха (утечки вакуума).

6. Увеличить обороты двигателя до 1250 мин⁻¹.

7. Проверить линейное давление коробки передач:

- минимальное линейное давление – подайте вакуум 61 кПа (450 мм рт. ст.) к модулятору с помощью вакуумметра/вакуумного насоса;
- полное линейное давление – подать нулевой вакуум (0 мм рт. ст.) к модулятору с помощью вакуумметра/вакуумного насоса;
- определить значения давления во всех диапазонах для минимального и полного линейного давлений и сравнить эти значения с информацией, приведенной в эксплуатационной документации.

8. С помощью диагностических таблиц провести диагностику по значениям линейного давления, когда они слишком низкие или слишком высокие.

9. Подсоединить вакуумную магистраль двигателя к модулятору коробки передач. Отсоединить манометр на выключенном двигателе и установить заглушку для измерения линейного давления.

Общее время проверки не должно превышать 2 мин, иначе можно повредить коробку передач. При этом тормоза должны быть задействованы постоянно для предотвращения неожиданного перемещения автомобиля.

Возможные причины неисправностей по результатам гидравлического теста представлены в табл. 4.14 на примере АКП переднеприводного автомобиля DW20.

Таблица 4.14

Возможные причины неисправностей по результатам гидравлического теста

Результаты гидравлического теста	Возможные причины неисправности
В позициях «D» и «R» давление масла выше нормы	Неисправен соленоид регулировки давления масла
	Неисправен клапан первичного регулятора
В позициях «D» и «R» давление масла ниже нормы	Неисправен соленоид регулировки давления масла
	Неисправен клапан первичного регулятора
	Неисправен масляный насос
	Неисправен Under Drive Brake
Только в позиции «D» давление масла ниже нормы	Течь масла в цепи позиции «D»
	Неисправна муфта переднего хода
Только в позиции «R» давление масла ниже нормы	Течь масла в цепи позиции «R»
	Неисправен тормоз 1-й и задней передач
	Неисправна муфта прямого привода

В АКП выбор требуемого режима движения (Е – экономный, S – спортивный, W – в затрудненных условиях) производится рычагом, т. е. селектором вручную, а согласование режимов работы АКП с блоком управления работой двигателя, включение и переключение соответствующих передач – автоматически с учетом режимов работы автомобиля и двигателя, а также сигналов ЭБУ АКП (11 на рис. 4.34), получающего информацию от датчиков 4, 5, 6, 8, в том числе используемых в системе компьютерного управления работой двигателя.

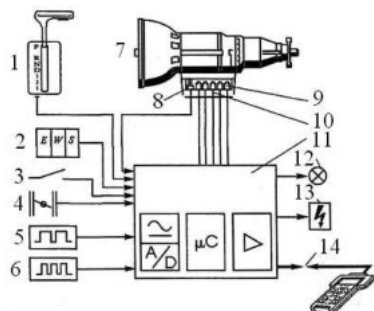


Рис. 4.34. Электронно-гидравлическая схема контроля технического состояния АКП

На рис. 4.34 обозначены: 1 – селектор переключения передач; 2 – переключатель программ режима движения; 3 – кнопка принудительного включения пониженной передачи («Kick down»); 4 – сигнал от датчика положения дроссельной заслонки; 5 – сигнал от датчика крутящего момента двигателя; 6 – сигнал от датчика частоты вращения коленчатого вала; 7 – автоматическая коробка передач; 8 – датчик частоты вращения ведомого вала; 9 – регулятор давления; 10 – соленоиды гидроклапанов; 11 – электронный блок управления; 12 – сигнальная лампа отказов; 13 – сигнал для изменения крутящего момента на коленчатом валу.

том вале в блоке управления работой двигателя; 14 – разъем для подсоединения диагностических приборов.

Автомобили с такими АКП оснащаются сигнальной лампой 12 и специальным диагностическим разъемом 14, позволяющими считывать из оперативной памяти компьютерного блока коды неисправностей и проводить их расшифровку с помощью диагностического прибора.

4.7.5. Контроль и диагностирование технического состояния АКП при движении автомобиля

4.7.5.1. Контроль технического состояния гидротрансформатора

Диагностирование АКП в движении автомобиля производится методом остановки двигателя, применением упрощенного контроля общего технического состояния гидротрансформатора и самой коробки передач, по частоте вращения коленчатого вала двигателя без применения динамометрического стенда. Технология проверки следующая. Первоначально автомобиль устанавливается на пост с подъемником или смотровой канавой для подключения тахометра к ведомому валу АКП, затем отсоединяется контакт кнопки принудительного включения пониженной передачи («Kick down»), селектор переключения передач устанавливается в нейтральное положение, включается стояночный тормоз, к датчику частоты вращения коленчатого вала двигателя подключается тахометр, после чего двигатель прогревается. Для выполнения проверки до упора нажимается педаль тормоза, включается низшая передача и при медленном нажатии на педаль привода дроссельной заслонки увеличиваются обороты коленчатого вала двигателя до момента его остановки (так как автомобиль заторможен и не может двинуться с места). Частота вращения коленчатого вала двигателя и обороты ведомого вала коробки передач записываются. Далее аналогичная проверка осуществляется на других передачах. Полученные результаты сравнивают с рекомендуемыми значениями, после чего делается заключение о работоспособности АКП. Так, например, если частота вращения коленчатого вала, при которой двигатель заглох, выше рекомендуемой, то АКП проскальзывает, а если ниже – заклинивает реактивное колесо гидротрансформатора.

В табл. 4.15 приведены значения частоты вращения коленчатого вала при остановке двигателей с различным рабочим объемом, оснащенных коробкой передач типа TORQUEFLITE A-413.

Таблица 4.15

Частота вращения коленчатого вала при остановке двигателей с различным объемом, оснащенных КП типа TORQUEFLITE

Рабочий объем двигателя, л	Частота вращения коленчатого вала при остановке двигателя, мин⁻¹
2,2:	
без турбонаддува	2050-2250
с турбонаддувом	3150-3350
2,5	2250-2450
3,0	2500-2700

Если частота вращения коленчатого вала при остановке двигателя выше, чем рекомендованная заводом-изготовителем частота вращения первичного вала коробки передач, проверку необходимо прекратить и искать причину этого. Причиной может стать пробуксовывание фрикциона или низкое рабочее давление из-за повреждения шлицев турбины на ведущем валу.

Осмотр тяги переключения скорости. Передвигая рычаг селектора из позиции «N» в разные позиции, производят проверку в описанной далее последовательности.

Передвинуть рычаг селектора из положения «N» в позиции «D», «3», «2», «1» по очереди.

При этом проверяют, мягко ли и точно работает селектор, загораются ли соответствующие лампочки в каждой позиции селектора.

Проверить, работает ли рычаг в позициях «Р», «R», «3», «2», «1» только при выжатой кнопке под ручкой рычага.

Проверить, запускается ли двигатель, когда селектор находится в положениях «N» и «Р», загорается ли фонарь заднего хода, когда рычаг находится в положении «R».

Проверить, двигается ли вперед автомобиль, когда селектор переведен из позиции «N» в позицию «D», и двигается ли автомобиль задним ходом, когда селектор переведен в позицию «R».

Проверка ключа «нейтраль/запуск». Если автомобиль не запускается, когда рычаг селектора находится в позиции «N» или «Р», или запускается в других позициях, кроме «N» и «Р», то производят регулировку ключа «нейтраль/запуск» в следующей последовательности:

- ослабить болт крепления ключа «нейтраль/запуск»;
- установить рычаг селектора в позицию «N»;
- выставить в линию желобок на кожухе и линию позиции «нейтраль»;
- затянуть болт в этом положении.

При окончательном анализе диагност должен принять решение относительно характера неисправности, относительно причины этой неисправности и решить, что нужно сделать для ее устранения. Диагност также должен полагаться на свои собственные «диагностические средства», т. е. на те, которые даны ему природой, – глаза, уши, нос и просто на здравый смысл.

4.7.5.2. Дорожные испытания автоматической трансмиссии

Дорожные испытания проводятся с использованием сканирующего прибора. Для проведения испытаний требуются определенные дорожные условия (высокая разрешенная скорость и хорошее покрытие дороги).

Блок управления трансмиссией (БУТ) рассчитывает моменты переключений на высшие передачи прежде всего по двум параметрам: угол открытия дроссельной заслонки (ДЗ) и скорость автомобиля. Когда наступает момент переключения, БУТ посылает соответствующие электрические сигналы двум электромагнитным клапанам переключения, которые в свою очередь управляют через гидравлические распределители фрикционными исполнительными устройствами. Переключение передач происходит (в соответствии с заложен-

ной в память БУТ программой) при определенных сочетаниях угла открытия ДЗ и скорости движения автомобиля. Сканер позволяет на ходу автомобиля контролировать степень открытия ДЗ при переключениях коробки передач. Некоторые сканеры запрограммированы на автоматическое запоминание параметров переключений передач. Необходимо проверить по прилагаемой к прибору инструкции наличие такого режима.

Проверка переключений коробки передач вверх.

1. Перевести селектор диапазонов коробки передач в положение «D» (Движение).

2. Выбрать одно из двух значений относительного угла открытия ДЗ: 10 или 25%.

3. Включить сканер в режим вывода на дисплей значений скорости автомобиля и относительного угла открытия ДЗ.

4. Разогнать автомобиль при постоянном положении педали акселератора, которое соответствует выбранному углу открытия ДЗ.

5. По мере разгона автомобиля отмечать значения скорости, при которых происходят последовательные переключения коробки передач вверх:

- 2-й передачи;
- 3-й передачи;
- 4-й передачи.

6. Отметить момент включения фрикциона блокировки гидротрансформатора (ГТ) по небольшому падению частоты вращения коленчатого вала двигателя. Блокировка должна происходить на четвертой передаче. Если фрикцион блокировки не включается, следует проверить его исправность. Блокировка ГТ не должна включаться, если температура рабочей жидкости трансмиссии не достигла 25 °С и температура охлаждающей жидкости двигателя ниже 20 °С. Температура трансмиссии двигателя контролируется с помощью сканера.

7. Повторить испытания для нескольких других значений угла открытия ДЗ. При разных переключениях коробки передач (вверх, вниз) и разном открытии дроссельной заслонки.

Диагностика фрикциона блокировки гидротрансформатора. Для полной диагностики системы блокировки ГТ необходимо сначала провести тестирование электрооборудования, а затем гидравлической системы управления блокировочным фрикционом.

Фрикцион блокировки ГТ (ФБТ) включается при подведении давления рабочей жидкости в полость ГТ.

Давление жидкости регулируется с помощью электромагнитного клапана, который установлен в картере трансмиссии. Сигнал управления электромагнитным клапаном формирует БУТ.

Функциональный тест:

- установить тахометр или сканер;
- прогреть трансмиссию до нормальной рабочей температуры пробегом автомобиля;
- разогнать автомобиль и двигаться с постоянной скоростью 80-88 км/ч.

- не изменяя положения педали акселератора, слегка нажать на педаль тормоза. При этом ГТ должен разблокироваться. Внешним признаком выключения ФБТ является небольшое увеличение оборотов коленчатого вала двигателя.

- отпустить тормозную педаль и плавно разогнать автомобиль до блокировки ГТ. Включение ФБТ сопровождается незначительным падением частоты вращения вала двигателя.

Неисправности главной передачи автомобиля можно выявить при движении автомобиля следующим образом:

1. На прямой передаче («внатяг»), когда зубья шестерен главной передачи работают с полной нагрузкой во время движения автомобиля вперед (на переднем ходу).

2. Накатом с выключенной коробкой передач, когда шестерни главной передачи могут работать на переднем и заднем ходу с минимальной нагрузкой.

3. При переменных режимах движения могут быть выявлены неисправности в работе всей трансмиссии автомобиля.

Повышенный шум при работе главной передачи свидетельствует о повреждении (разрушении) подшипников ведущей шестерни, износе подшипников ведущей шестерни, увеличении бокового зазора между зубьями шестерен главной передачи, износе зубьев.

Стук в трансмиссии при перемене режима движения является признаком износа шестерни дифференциала и увеличения зазора в зацеплении главной передачи.

Увеличение потерь на трение и появление неисправностей в трансмиссии автомобиля могут быть определены по пути выбега, по уменьшению времени $t_{\text{выбега}}$ до определенной скорости (V_3) или $t_{\text{выбега}}$ до полной остановки (рис. 4.35). Последовательность действий:

- разгон со скорости V_1 до скорости V_2 с регистрацией времени $t_{\text{разгона}}$, что характеризует техническое состояние двигателя;

- выбег (при отключенном двигателе) от скорости V_2 до скорости V_3 и (или) до полной остановки с регистрацией времени $t_{\text{выбега}}$ или $t_{\text{выбега}}$ до полной остановки, что характеризует техническое состояние трансмиссии;

- сопоставление измеренных значений показателей с нормой или контрольными значениями для конкретного типа автомобиля.

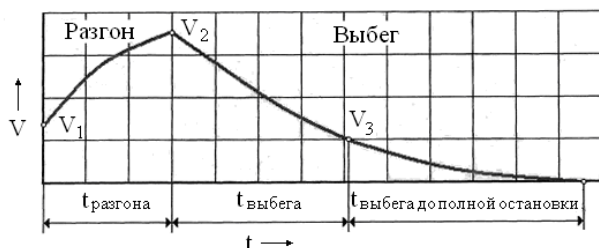


Рис. 4.35. Схема определения технического состояния двигателя и трансмиссии автомобиля по разгону и выбегу

Проверку неисправности трансмиссии накатом для многих автомобилей производят со скоростью 50 км/ч. Остановочный путь составляет более 300 м. Если он меньше на 10-20% указанной в заводской инструкции, это свидетельствует о возможной неисправности.

Уровни охлаждающей жидкости двигателя, моторного масла и жидкости коробки передач должны соответствовать требованиям норм, приведенным в эксплуатационной документации. Контрольные поездки на автомобиле должны проводить тоже в таких условиях, в каких проявлялись неисправности при поездках клиента (владельца), например, погода, условия движения, утром, вечером, постоянно и т. п.

Проверка характера начального переключения, качества срабатывания и включения задней и передней передач производится на неподвижном автомобиле. Характер начального переключения определяется перед началом движения автомобиля по дороге. Проверка передачи крутящего момента, а также качество срабатывания производится при включении передней и задней передач. Отсутствие задержки, пробуксовки и вибраций означает, что насос работает, линейное давление есть и гидротрансформатор заполнен жидкостью. Для проверки пробуксовки фрикционных/тормозных лент, качества срабатывания и любых ненормальных изменений в характере переключения коробка передач должна поработать в движении в каждом диапазоне. Проверка работы должна осуществляться в режиме минимального, среднего и сильного открывания дроссельной заслонки. При проверке работы проследите, являются ли переключения жесткими или растянутыми во времени. Проверьте значения скоростей, при которых, происходят переключения в восходящем и нисходящем порядке. Следите за резким увеличением оборотов двигателя при переключении, особенно при проверке в режимах среднего и сильного открывания дроссельной заслонки. Оцените, как ведет себя муфта гидротрансформатора.

Для достижения минимальных скоростей при переключении дроссельная заслонка должна быть чуть приоткрыта, чтобы автомобиль мог двигаться со скоростью около 32 км/ч. Вакуум во впускном коллекторе двигателя должен поддерживаться высоким. Для лучших результатов найдите ровный участок дороги или участок с небольшим уклоном. То, что обычно считается мягким разгоном, из состояния остановки является слишком агрессивным режимом для проверки минимальных скоростей, при которых происходит переключение передач. Для получения достоверных результатов определение минимальных скоростей переключения передач требует осторожного и легкого обращения с дроссельной заслонкой от механика почти при закрытой дроссельной заслонке. Для этого требуется небольшая тренировка техника.

Диагностическая контрольная поездка требует сбора информации и данных. По этой причине нужно обращаться к данным по скоростям переключения передач от компании-производителя (табл. 4.16).

Чтобы произошли все возможные переключения передач, включая принудительное переключение на пониженной передаче, необходимо проехать на автомобиле в каждом диапазоне и проследить за всеми недостатками в работе коробки передач. Из-за того, что проверяются многие детали, лучше записывать все данные проверки, а не держать их у себя в памяти.

**Скорости автоматического переключения передач
и давления центробежного регулятора типичной трехступенчатой
коробки передач**

	Передаточное число							
	2,78		3,22		3,02 (кроме двигателей с турбонаддувом)		3,02 (двигатели с турбонаддувом)	
	миль/ч	км/ч	миль/ч	км/ч	миль/ч	км/ч	миль/ч	км/ч
Минимальное открывание дроссельной заслонки								
Переключение с 1-й на 2-ю передачу	13-16	21-27	13-16	21-26	13-17	21-27	15-19	24-31
Переключение со 2-й на 3-ю передачу	17-21	27-34	17-21	27-34	18-22	29-35	20-25	32-40
Переключение с 3-й на 1-ю передачу	12-15	19-24	12-15	19-24	13-16	21-26	15-19	24-31
Полное открывание дроссельной заслонки								
Переключение с 1-й на 2-ю передачу	35-42	56-68	34-42	55-68	36-44	58-71	38-42	61-68
Переключение со 2-й на 3-ю передачу	61-68	98-103	59-66	95-106	63-71	101-114	70-80	113-129
Предельные значения системы «Kick down»								
Переключение с 3-й на 2-ю передачу при полностью открытой дроссельной заслонке	56-64	90-103	55-62	89-100	58-66	93-106	64-74	103-119
Переключение с 3-й на 2-ю передачу при частично открытой дроссельной заслонке	44-52	71-84	44-51	71-82	46-54	74-87	48-59	77-95
Переключение с 3-й на 1-ю передачу при полностью открытой дроссельной заслонке	31-38	50-61	30-37	48-60	32-39	51-63	37-40	60-64
Давление от центробежного регулятора*								
15 psi (1,05 кгс/см ² ≈ 105 кПа)	23-25	37-40	24-27	39-43	24-27	39-43	28-31	45-50
50 psi (3,5 кгс/см ² ≈ 350 кПа)	59-65	95-105	56-63	92-101	61-68	98-109	69-76	111-112

* Давление от центробежного регулятора должно отличаться от указанного на 0-0,2 кгс/см² (0-3 psi или 200 кПа), иначе переключение на пониженную передачу не происходит.

Замечание. Изменение размера шин или давления в них станут причиной смещения моментов переключения в сторону более высоких или низких скоростей.

Полная программа проверки в движении приводится по итоговым таблицам следующих проверок:

- характера начального переключения при работе двигателя на холостом ходу;
- переключения на повышенные передачи при минимально открытой дроссельной заслонке и переключения на пониженные передачи при закрытой дроссельной заслонке;
- переключения на повышенные передачи в движении с умеренным открыванием дроссельной заслонки;
- переключения на повышенные передачи при полностью открытой дроссельной заслонке;
- принудительного переключения на пониженные передачи при полностью открытой дроссельной заслонке («Kick down»);

- переключения (для трехступенчатой коробки передач) с 3-й на 2-ю передачу при частично открытой дроссельной заслонке;
- переключения на пониженную (вторую передачу) при закрытой дроссельной заслонке из диапазона «D» в диапазон «2» вручную при скорости 64 км/ч для проверки тормозящего действия.

Иногда сложно ощутить характер переключения коробки передач, особенно при переключении низших передач. Для помощи технику можно подключить универсальный или специальный тестер, например, Shiftalizer, который питается от гнезда прикуривателя. Он работает как аудио-тахометр, определяя число оборотов генератора. Моменты переключения и качество переключения легко определяются. В качестве альтернативной методики можно настроить радиоприемник на местную средневолновую радиостанцию (диапазон АМ) и слегка расстроить его в сторону высоких частот.

Для определения вида неисправности по результатам диагностической поездки производится анализ:

1. Пробуксовки:

- фрикционов и тормозных лент;
- заднего фрикциона;
- переднего фрикциона;
- тормозной ленты системы «Kick down»;
- обгонной муфты;
- тормозной ленты первой-задней передачи.

2. Работы:

- характер освобождения заднего (переднего) фрикциона;
- муфты гидротрансформатора;
- устойчивости переключений;
- наличия ударов при замедлении;
- наличия шумов гидротрансформатора и коробки передач.

Кроме названных причин неисправностей могут быть срезания:

- шлицев приводного кожуха солнечной шестерни;
- шлица переднего водила;
- шлица турбинного колеса гидротрансформатора;
- срезание или повреждение сварных швов.

Анализ указанных причин и видов неисправностей приведен в работе [14].

Анализ шумов – это талант, включающий в себя знания автомобиля и специальные знания механических и гидравлических движущихся деталей в коробке передач и в гидротрансформаторе. Рассмотрение и анализ шумов коробки передач превращает в искусство то, что коробка передач может поглощать и передавать реальные шумы, которые вообще не относятся к коробке передач. Многие гидротрансформаторы и передние насосы были заменены без определения источника шума. Бывает и так, что в поисках источника шума разбирают коробку передач.

Для достижения успеха при анализе шумов технику необходимо знать работу деталей в нижней части автомобиля. В коробках передач переднеприводных автомобилей, к примеру, изношенные или поврежденные шарниры

равных угловых скоростей (ШРУСы) могут быть ответственны за стуки при разгоне, замедлении или при включении диапазона «D» на коробке передач. Относится ли рассматриваемый стук к неисправности ШРУСа или к неисправности коробки передач? Даже изношенные, ослабленные или поврежденные втулки подвески в переднеприводных системах могут стать причиной загадочных стуков при разгоне/замедлении. Будьте внимательны при попытках интерпретации шумов от коробки передач. Может быть и так, что кажущийся шум от коробки передач окажется реакцией коробки передач на другую неисправность.

Анализ шумов обычно включает в себя комбинацию проверок остановки двигателя и проверок в движении, прислушивание звуков и визуальную проверку. Шумы могут исходить от большого количества деталей, к которым могут относиться и такие редкие случаи, когда дребезжит пластина фрикциона в диапазонах «Р» и «N», звон или «стон» гидравлического клапана, вибрация магистрали радиатора, привода дополнительного оборудования двигателя и даже шумы от выпускной системы. Звуки работы клапанов устройств контроля токсичности выхлопных газов иногда также могут быть причиной шумов. Необходимой частью процесса поиска могут стать снятие приводных ремней для дополнительного оборудования, проверка изоляции деталей выпускной системы от шасси и переключивание магистралей радиатора коробки передач. Воспользуйтесь проверкой остановки двигателя в качестве процедуры диагностики шумов. Большинство проблем с шумами относятся к гидротрансформатору и к коробке передач. Они должны стать объектом внимания.

Шумы гидротрансформатора. Нужно знать, что воющий или сиреноподобный шум от работы жидкости является нормальным при работе в режиме проверки остановки. Механик должен быть знаком с этим нормальным шумом у автомобиля при проверке остановки двигателя с заведомо исправным гидротрансформатором. Чтобы избежать влияния нормального шума на шумы от неисправностей, проведите остановку гидротрансформатора при небольшом открывании дроссельной заслонки в диапазоне «D». Эта процедура определяет большинство металлических шумов от ослабленных деталей или взаимное влияние вращающихся элементов. При остановке двигателя опорный подшипник игольчатого типа между статором и насосным колесом находится под давлением и можно выявить шумы, если повреждены иглы и поверхности сепаратора.

Шумы от коробки передач. Шумы коробки передач могут идти от планетарных передач, от опорных подшипников игольчатого типа, роликовых обгонных муфт и фрикционов. Таблицы анализа шумов коробок передач часто приводятся в инструкциях по эксплуатации. В коробках передач для переднеприводных автомобилей добавляется еще главная передача как возможный источник шумов. Технику необходимо хорошо представлять себе взаимодействие деталей и что происходит внутри коробки передач на каждой из передач. Очень важно выделить шумы подозреваемой области. Когда коробка передач разбирается, то это дает технику конкретную область для обнаружения, проверки и устранения неисправности.

Внешние факторы в трансмиссии и рулевом управлении становятся важными, особенно стуки и щелчки в переднеприводных автомобилях. Также важно прислушиваться к ритму и уровню шумов при переключении передач в коробке. Идет ли шум от входного или выходного конца коробки передач?

Шум от планетарных передач относится к изменениям скорости, которые имеют место при изменении передаточных чисел. Планетарные шестерни движутся медленно на первой и второй передачах и намного быстрее на повышенной передаче. Изменения передаточных чисел также влияют на относительное перемещение между входом и выходом планетарной передачи. Первая передача, например, обеспечивает наибольшую разницу скоростей (числа оборотов). Шумы также могут возникать и изменять свой тон (тембр) и интенсивность при разгоне или торможении. При разгоне или движении с нагрузкой опорные силы конца коробки передач сдвигаются к задней части корпуса, а при торможении (замедлении) реакция смещает концевую опору к переднему концу. Шумы от фрикционных обычно связаны с активностью их срабатывания, а пластины фрикционных являются обычной проблемой.

Последующие примеры иллюстрируют некоторые основы анализа внутренних шумов коробки передач:

- если фактор шума наиболее заметен на первой передаче, уменьшается на второй передаче и пропадает на прямой передаче, то неисправность связана с узлом шестерен. На прямой передаче фрикционы и планетарные механизмы заблокированы в соотношении 1:1, и любой внутренний шум планетарной передачи должен исчезнуть. Нет ничего необычного в том, что причина вызвана изношенными или бриннелированными (с вмятинами) обоймами, использованными в игольчатых подшипниках планетарных рядов. Неровные иглы и опорные обоймы обычно реагируют на изменение передаточных чисел изменениями ритма и интенсивности свистящего или дребезжащего звука;

- если необычного шума нет на первой или задней передачах, но он начинается на второй передаче и продолжается с большей интенсивностью и убыстренным ритмом на прямой передаче, то в подозрительную область попадает узел нижней роликовой муфты.

Нижняя роликовая муфта не имеет обгонного действия на первой и задней передачах. На второй передаче скорость ее вращения меньше, чем скорость вращения ведомого вала, и при включении прямой передачи скорость свободного вращения резко изменяется и становится равной скорости вращения (числу оборотов) ведомого вала.

Рассмотрим, как не надо действовать на примере коробки передач AOD компании «Форд».

1. Жалобы водителя: шум во всех диапазонах, включая «Р» и «N».
2. Предварительные проверки: все нормально, жидкость выглядит хорошо.
3. Шум был слышен в диапазонах «Р» и «N» при проверке остановки, обороты двигателя соответствующие.
4. Проверка в движении показала приемлемый режим переключения передач и качество при открывании дроссельной заслонки.

При проверке шума на всех диапазонах для движения вперед и назад шум присутствовал на всех передачах, а на третьей передаче проявлялась наименьшая интенсивность. Шум был постоянным фактором при разгоне и замедлении и не зависел от передаточных чисел. При проверке остановки двигателя преобладал тот же самый тип шума. Шум относился к свистящему типу и шел от гидротрансформатора.

Основываясь на диагностической информации, техник установил новый гидротрансформатор, но шум остался. Что было сделано неправильно? Что касается коробки передач AOD компании «Форд», то технику нужно знать, что шлицевой третий вал или тормозной вал соединяет крышку гидротрансформатора непосредственно с барабаном фрикциона прямой передачи, а опорный игольчатый подшипник расположен между барабаном фрикциона прямой передачи и фланцем выходного (ведомого) вала.

При проверке разгона без нагрузки в диапазонах «Р» и «N» гидротрансформатор обычно работает в режиме муфты и шум от работы жидкости или от опорного игольчатого подшипника заднего статора (реактора) не должен быть существенным фактором. В условиях движения по дороге всегда есть разница в скоростях между барабаном фрикциона прямой передачи и фланцем ведомого вала из-за наличия передаточных чисел, даже на третьей передаче. Из-за разделения крутящего момента в соотношении 60/40 между входом жидкостной муфты гидротрансформатора и непосредственным механическим входом от торсионного вала, в выходной части планетарного механизма имеет место некоторая пробуксовка: две входные детали вращаются с немного разным числом оборотов. На третьей передаче между барабаном фрикциона прямой передачи и фланцем ведомого вала всегда остается небольшая разница в скорости вращения.

При втором процессе диагностики в качестве проблемной области рассматривался барабан фрикциона прямой передачи, и основным объектом внимания была опорная шайба игольчатого подшипника № 8. При разборке было обнаружено, что иголки имеют повреждения в виде раковин, а сопрягаемая поверхность ведомого вала была серьезно повреждена комбинацией бриннелирования и выкрашивания. Бриннелирование (образование вмятин на поверхностях качения подшипников) может быть из-за избыточного люфта в коробке передач, поэтому убедитесь, что люфт коробки передач отрегулирован на заднем конце перед установкой насоса.

Подходите к рассмотрению шумов осторожно и избегайте преждевременных выводов. То место, где появляется шум, может и не быть причиной. В только что приведенном конкретном примере торсионный вал, вероятно, передавал шум от опорного подшипника в гидротрансформатор. В заключение, ознакомьтесь с теорией и конструкцией коробки передач, включая каждый опорный подшипник и поверхности.

4.7.5.3. Анализ результатов диагностической поездки

Анализ пробуксовки фрикционов и тормозных лент. Любая пробуксовка или увеличение числа оборотов двигателя при проверке в движении мо-

гут указывать на неисправности фрикционов, тормозных лент или обгонных муфт. В процессе исключения можно выявить фрикционные детали, которые пробуксовывают, а также и те детали, которые находятся в хорошем рабочем состоянии. Следует обратить особое внимание на то, что анализ пробуксовки фрикционов и тормозных лент в процессе проверки в движении является бессмысленным, пока не будут заслушаны жалобы водителя и не будут проверены уровень и состояние рабочей жидкости коробки передач.

Следующим этапом является проверка оборотов холостого хода двигателя, вакуумных магистралей, тросов управления, проверка полного открывания дроссельной заслонки, а также электропроводов, которые могут стать причиной пробуксовки и резкого увеличения оборотов двигателя. Смысл состоит в том, чтобы найти и устранить внешние условия, которые могут стать причиной пробуксовки.

Ключом к анализу работы тормозных лент и фрикционов является использование итоговой таблицы работы фрикционов и тормозных лент. Опытному механику необходимо всего лишь сделать некоторые логические выводы. Для иллюстрации того, как работает эта методика, приводится итоговая таблица работы фрикционов и тормозных лент коробки передач TorqueFlite (табл. 4.17). Многие трехступенчатые автоматические коробки передач используют такие же базовые комбинации.

Таблица 4.17

**Диапазоны и работа фрикционов и тормозных лент
коробок передач TorqueFlite компании «Крайслер»
для заднеприводных и переднеприводных автомобилей**

Положение рычага селектора	Блокировка стартера	Стояночная рас-порка	Фрикционы и муфта			Тормозные ленты	
			перед-ний	зад-ний	обгон-ная муфта	(«Kick down») перед-няя	передняя и задняя передача
P – стоянка	×	×					
R – задний ход			×				×
N – нейтральная передача	×						
D – движение							
Первая				×	×		
Вторая				×		×	
Прямая			×	×			
2 – включаются все передачи							
Первая				×	×		
Вторая				×		×	
1 – включается первая передача				×			×

Пробуксовка заднего фрикциона. Задний фрикцион постоянно работает на всех передних передачах. При наличии пробуксовки:

- будет пробуксовка или вообще не будет движения на всех передних передачах: диапазоны «D», «2» и «1»;
- если только задний фрикцион является действующим узлом, то коробка передач будет работать в диапазоне R (задняя передача);
- если фрикцион срабатывает с большой задержкой в холодных условиях и работает нормально, когда коробка передач прогреется, то под признак неисправности попадают затвердевшие или изношенные уплотнения поршня фрикциона.

Пробуксовка переднего фрикциона (фрикциона прямой и задней передачи). При пробуксовке переднего фрикциона работают высшая и задняя передачи.

1. Пробуксовка вначале становится заметной на прямой (высшей) передаче, когда при переключении со 2-й на 3-ю передачу резко возрастают обороты двигателя. Когда это имеет место, становится также заметной пробуксовка на задней передаче. Задняя передача работает при давлении, которое почти в три раза больше линейного давления, требуемого для диапазона «D» и, следовательно, пробуксовки может не быть на ранних стадиях неисправности фрикциона.

2. Изношенные или затвердевшие уплотнения поршня вначале проявляются в холодных условиях. Переключение на повышенную передачу затягивается или может не происходить вообще, пока жидкость не станет теплой. Данные условия препятствуют полному включению повышенной передачи в холодных или горячих условиях.

3. Неисправность фрикциона может не всегда приводить к явной пробуксовке результатом может быть дрожь при включении задней передачи. Будьте наготове и проверьте наличие ослабленных или изношенных опор коробки передач и двигателя. Также может быть неисправность с увеличенным рабочим давлением для задней передачи.

4. На первую и вторую передачи влияния нет.

Пробуксовка тормозной ленты системы «Kick down» (передней/промежуточной). Неисправность тормозной ленты «Kick down» легко обнаружить, так как тормозная лента работает только на второй передаче.

1. Когда тормозная лента полностью не блокирует детали планетарного механизма, вторая передача пропускается и происходит переключение с 1-й на 3-ю передачу. Когда тормозная лента системы «Kick down» не работает, обгонная муфта блокируется на первой передаче (с начала движения) до тех пор, пока скорость автомобиля не станет достаточно высокой для переключения на прямую передачу (рис. 4.36).

2. Если пробуксовка тормоз-

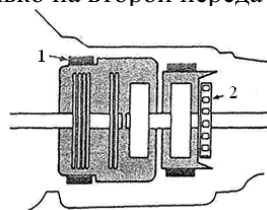


Рис. 4.36. При переключении с 1-й на 3-ю передачу вторая передача пропускается, если тормозная лента системы «Kick down» не работает; обгонная муфта остается работающей при переключении с 1-й на 2-ю передачу: 1 – тормозная лента системы «Kick down»; 2 – обгонная муфта

ной ленты системы «Kick down» еще не зашла очень далеко, то имеет место короткая задержка переключения на повышенную передачу, сопровождаемая ударом, когда тормозная лента сходит с обгонной муфты.

3. Когда селектор перемещается в диапазон «2» из диапазона «D» или происходит принудительное переключение с 3-й на 2-ю передачу, то имеет место пробуксовка или переключение на пониженную передачу не получается. При попытке принудительного переключения с 3-й на 2-ю передачу двигатель разгоняется, пытаясь перевести трансмиссию на передаточное число первой передачи.

Пробуксовка обгонной муфты. Это влияет на движение в диапазонах «D» и «2».

1. Коробка передач отказывается включать первую передачу и, следовательно, начало движения автомобиля – в диапазонах «D» и «2».

2. При ручном включении диапазона «1» автомобиль может двигаться вперед на первой передаче. Задняя тормозная лента (первой/задней) блокирует заднее водило для работы первой передачи. Однако конструкция задней тормозной ленты не рассчитана на блокировку тягового усилия в данном рабочем диапазоне, и срок службы может быть сокращен.

Пробуксовка тормозной ленты первой-задней передач (задней). В диапазонах «1» и «R» используется тормозная лента первой-задней передач. Признаками пробуксовки тормозной ленты являются следующие:

- пробуксовка, вибрация или полное отсутствие движения назад при включении задней передачи;

- отсутствие торможения двигателем при включенном диапазоне «1» и при движении накатом. Удерживающую способность ленты невозможно проверить при разгоне. Даже если тормозная лента работает, нижняя роликовая муфта осуществляет блокировку (удержание) в диапазоне «1» в условиях движения. Для проверки тормозной ленты в диапазоне «1» разгоните автомобиль, затем быстро отпустите педаль подачи газа и проверьте качество торможения двигателем (рис. 4.37).

Задний (передний) фрикцион не освобождается. Это происходит не часто, но становится, в основном, причиной следующего:

- коробка передач работает нормально во всех диапазонах для движения вперед;
- автомобиль движется вперед на нейтральной передаче и блокируется на задней передаче.

Описанный анализ работы фрикционов и тормозных лент при проверке в движении можно использовать для любой автоматической коробки передач, но предполагается, что механик знаком с рабочими характеристиками и особенностями конструкции коробки передач. К примеру, фрикцион может быть заменен тормозной лентой первой и задней передач или система промежуточной роликовой муфты заменяет промежуточную тормозную ленту. В трехсту-

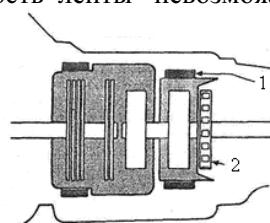


Рис. 4.37. Тормозная лента первой и задней передач пробуксовывает: не происходит торможение двигателем или не работает задняя передача:

1 – тормозная лента 1-й и задней передач; 2 – обгонная муфта

пенчатых коробках передач серии Cruise-O-Matic компании «Форд» диапазон «2» начинается со второй передачи.

Анализ работы муфты гидротрансформатора. Технику необходимо знать, что считается нормальной работой муфты гидротрансформатора. Срабатывание муфты гидротрансформатора может привести к некоторым эффектам при движении, которые являются нормальными и могут быть объяснены.

Неустойчивое переключение определяется, когда коробка передач проявляет необычный характер переключения в неподходящее время, причиной которого является истинное срабатывание и освобождение гидротрансформатора. Водитель ощущает воздействие крутящего момента между гидравликой и механическим приводом. Ситуация возникает при различных фазах разгона, а другие детали системы муфты гидротрансформатора управляют разными условиями работы двигателя. Неустойчивость переключения является более активной при движении по холмистой местности или при буксировке прицепа. Некоторые ситуации неустойчивости могут потребовать внимания такие, как работа двигателя или регулировка дроссельного клапана коробки передач.

Удар при замедлении имеет место, когда водитель резко отпускает педаль подачи газа. Когда двигатель работает при закрытой дроссельной заслонке/низком крутящем моменте, резкие изменения в трансмиссии подают усилие на двигатель еще до освобождения фрикциона. Удар, образованный обратной подачей крутящего момента, становится причиной удара при замедлении (торможении двигателем).

Что касается муфты гидротрансформатора, то это частое срабатывание и освобождение пластины муфты из-за необычных условий движения, которое приводит к неустойчивому переключению. А резкое отпускане педали газа становится причиной обратного воздействия усилия удары при замедлении) через систему передачи крутящего момента (торможение двигателем) перед тем, как рабочая пластина освободится на самом деле.

Активность срабатывания и освобождения муфты гидротрансформатора следует включить в проверку при движении для общей оценки работы коробки передач. Целью на данном этапе является определение условий, которые могут считаться нормальными или, наоборот, потребовать более детальной диагностики.

На некоторых коробках передач иногда очень трудно ощутить дополнительное переключение, когда срабатывает муфта гидротрансформатора, и определить, блокируется ли она. Если муфта гидротрансформатора блокируется, то должно быть снижение оборотов двигателя на 200-300 мин⁻¹. Использование сканнера является наиболее точным методом определения того, сработала ли муфта гидротрансформатора и заблокирована ли она в действительности.

Хотя это и не дает точных результатов, аудио-тахометр позволит механику услышать момент переключения и снижение оборотов двигателя. Преимущество аудио-тахометра состоит в его способности улавливания снижения оборотов, которое может быть причиной дрожания или вибрации муфты. Как только муфта срабатывает, регистрируется шипящий звук и проблемы с двигателем отделяются от неисправности гидротрансформатора. В качестве альтер-

нативы, хотя иногда и менее эффективной, можно использовать в качестве аудио-тахометра автомобильный радиоприемник.

Между понятиями «дрожание» и «вибрация» может быть смутная граница. Оба они относятся к повторяющимся подергиваниям. Однако при вибрации воздействие более явно выраженное и быстрое и может даже передаваться в салон автомобиля. Дрожание и вибрация являются такими условиями, которые могут появиться после срабатывания муфты гидротрансформатора. Для определения того, действительно ли неисправность относится к гидротрансформатору, удерживайте мощность двигателя на постоянном уровне и слегка нажмите на педаль тормоза. Если дрожь и вибрации продолжают, то неисправность не связана с гидротрансформатором – она связана с деталями шасси, с неисправными карданными шарнирами или опорами двигателя, которые подвержены высоким нагрузкам,

Другим методом для достижения тех же результатов является перевод рычага селектора вручную в диапазон «2» из диапазона «D».

Этот метод работает только в том случае, если у коробки передач нет встроенной блокировки второй передачи.

Диагностика вибрации муфты также может быть проведена путем контроля работы датчика кислорода с помощью сканирующего устройства при движении автомобиля. Напряжение датчика переключается между высокими и низкими значениями. Когда скорость автомобиля достигает критической величины появления вибрации, то нужно наблюдать эффект переключения датчика кислорода. Если напряжение остается высоким или низким в течение более долгого периода времени по сравнению с нормальным, то неисправность связана с двигателем. Подозреваемой частью является обычно высоковольтная (вторичная) цепь системы зажигания.

Блокировка гидротрансформатора при низких скоростях и при некоторых условиях движения может привести к вибрациям или к дрожанию, которые обычно пропадают при изменении скорости переключения. Это обычно требует новой загрузки PROM (программируемой долговременной памяти) или замены выключателя центробежного регулятора, рекомендуемого производителем.

PROM – это программируемая долговременная память компьютера, который сравнивает поступающие данные и создает инженерную программу или принимает стратегические решения относительно того, когда подавать соответствующий управляющий сигнал, основываясь на имеющихся в памяти инструкциях.

Не забывайте стереть из памяти все динамические коды неисправностей. Если напряжение от датчика температуры охлаждающей жидкости, к примеру, остается высоким, то компьютер может определить только очень холодное даже в теплый летний день. Реакция компьютера на неправильный входной сигнал будет состоять в подаче в двигатель обогащенной рабочей смеси, и муфта гидротрансформатора не работает. Обратитесь к итоговой таблице проверки в движении муфты гидротрансформатора.

Иногда имеют место необычные условия работы муфты гидротрансформатора. Например, работа муфты гидротрансформатора может быть нормаль-

ной при проверке в режиме интенсивного городского движения, но не работает правильно при движении по загородному шоссе. Перед принятием решения о замене гидротрансформатора, соленоида гидротрансформатора и, возможно, корпуса клапанов или компьютера, подумайте о причине более внимательно. Может быть, причина в несоответствующей температуре охлаждающей жидкости или в неисправном датчике температуры охлаждающей жидкости. Имейте в виду, что при движении в условиях города температура охлаждающей жидкости повышается, а при движении по шоссе температура понижается. Температура охлаждающей жидкости должна достигнуть значения около 83 °C для того, чтобы компьютер заземлил цепь управления соленоидом муфты гидротрансформатора.

Ошибочно можно считать, что радиатор лучше для двигателя и заменит термостат. Двигатель никогда не достигнет своей рассчитанной рабочей температуры и из практики известно, что трудно достичь или превысить критическую температуру 83 °C при движении по шоссе. Такую же ситуацию может создать сам неработающий термостат. Для быстрой проверки при динамической проверке в движении воспользуйтесь куском картона, чтобы закрыть часть радиатора. Если проблема не исчезает, то сконцентрируйте свое внимание на датчике температуры охлаждающей жидкости двигателя и его цепи. Чтобы предотвратить поступление к компьютеру неверной информации, убедитесь, что уровень охлаждающей жидкости в двигателе правильный. Для правильной работы необходимо, чтобы датчик температуры был погружен в охлаждающую жидкость.

Анализ механических неисправностей. Данный раздел в основном включает в себя такие ситуации, как срезанные шлицы или поврежденные сварные швы. Диагностика зависит от знания как теории, так и особенностей конструкции коробки передач. Некоторые обычные неисправности и вызванные ими особенности поведения коробки передач приведены далее.

Срезаны шлицы приводного кожуха солнечной шестерни. Солнечные шестерни планетарных рядов более не могут блокироваться для второй передачи или приводятся в движение для третьей и задней передач в планетарном ряду системы Симпсона. Они работают в трех- и четырехступенчатых автоматических коробках передач. Результатом будет возможность работы коробки передач только на первой передаче и невозможность работы на задней передаче.

Срезанные шлицы переднего валика. Так как шлицы валика планетарной передачи соединены с ведомым валом, то результатом будет возможность работы коробки передач только на задней передаче и невозможность движения автомобиля вперед.

Срезанные шлицы турбинного колеса (турбины) гидротрансформатора. Это приводит к тому, что автомобиль не может двигаться ни вперед, ни назад. Рабочие давления коробки передач нормальные. Если нет входного крутящего момента, то не может быть и выходного крутящего момента.

Срезанные или поврежденные сварные швы. При использовании штампованных конструкций из легких металлов обычной практикой является применение электронно-лучевых сварных швов для соединения узлов конст-

рукции в единую деталь. Обычно сварка соединяет ступицу, вал или ответственные обработанные детали со штамповкой. Хотя сварка является очень надежным соединением, она может не выдерживать напряжений и ломаться. Можно привести некоторые примеры:

1. В коробке передач AOD компании «Форд» повреждена сварка, соединяющая приводной кожух с солнечной шестерней. Коробка передач может работать только на 1-3-й передачах, а четвертая и задняя передача включаться не будут.

2. Поврежденные сварные участки водила планетарного механизма повышающей передачи коробки передач A4LD. Шлицы ведущего (входного) вала и ступица внутренней обоймы обгонной муфты отделились от планетарного механизма повышающей передачи. Это приводит к отсутствию четвертой передачи.

3. Поврежденный сварной шов на корпусе повышающей передачи в коробке передач GM 4L80-E приведет к отсутствию четвертой передачи.

4. Поврежденная сварка на корпусе переднего фрикциона приведет к отделению ведущего вала от барабана.

5. Срезан входной механизм планетарной передачи, и поэтому не будет движения вперед или назад. Рабочие давления коробки передач нормальные.

6. Срезаны шлицы водила планетарного механизма (на выходе) коробки передач АТХ компании «Форд», и коробка передач не может приводить в движение входную шестерню главной передачи. Если шлицы на входе главной передачи срезаны, то автомобиль не сможет двигаться ни вперед, ни назад. Рабочие давления коробки передач нормальные и работа фрикционов и тормозных лент нормальная.

Анализ неустойчивого переключения. Неустойчивые переключения просто означают, что переключение не происходит или оно происходит в несоответствующие моменты, т.е. при слишком высокой или слишком низкой скорости. Переключение может сопровождаться неправильным поведением – пробуксовкой или жестким характером. И в этот раз можно воспользоваться полной диагностической проверкой в движении для подтверждения своих «подозрений» и анализа возможных причин неисправностей системы переключения.

Проверка в движении для анализа неустойчивого переключения требует от техника знания теории работы системы переключения. Две блок-схемы на рис. 4.38, 4.39 изображают две типичные системы переключения. Единственным различием является способ управления системой дроссельного клапана: вакуумный или механический.

Для работы системы переключения необходимо следующее:

1. Система дроссельного клапана или модулятора вырабатывает давление жидкости, чувствительное к крутящему моменту двигателя:

- используется на клапане переключения для задержки переключения;
- используется на клапане регулятора давления для усиления линейного давления.

2. Система центробежного регулятора обеспечивает давление пропорциональное скорости автомобиля, которое действует на клапан переключения для его открывания или выполнения переключения.

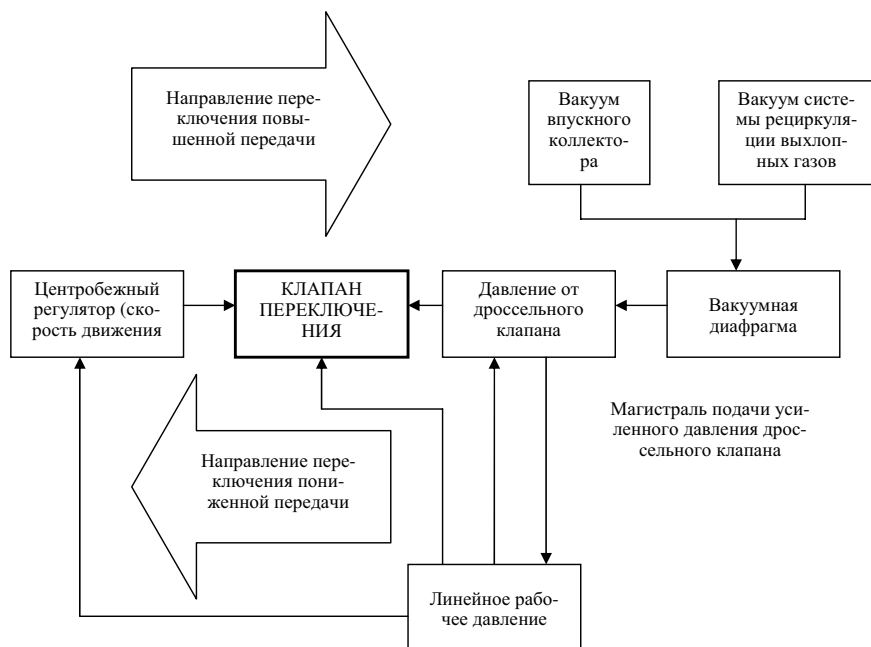


Рис. 4.38. Блок-схема переключения с управляемой вакуумом системой дроссельного клапана

3. В большинстве случаев, когда переключение произошло, усилию центробежного регулятора противостоит только усилие пружины. Давление дроссельного клапана отсекается от клапана переключения. Некоторые узлы клапанов переключения могут не полностью исключить давление жидкости дроссельного клапана, но заметно сокращают его влияние на клапан переключения.

4. Пружина клапана переключения определяет процесс переключения на пониженную передачу при закрытой дроссельной заслонке, противодействуя усилию от центробежного регулятора.

Большинство неустойчивых переключений происходит из-за разбалансированности системы центробежного регулятора или дроссельного клапана, что приводит к следующим проблемам:

- переключения на повышенную передачу задерживаются или, в крайних случаях, не происходят независимо от скорости автомобиля;
- переключения на повышенную передачу происходят слишком быстро или, в крайних случаях, коробка передач начинает свою работу сразу со второй или третьей передачи.

Системы дроссельного клапана и центробежного регулятора можно проанализировать при диагностической контрольной поездке для определения того, какая система неисправна, а затем техник должен определить неисправ-

ность внутри системы. То, что будет найдено, неизвестно, но, как минимум, неисправность будет ограничена одной системой. Некоторые методы анализа неисправностей систем дроссельного клапана и центробежного регулятора являются очевидными (в качестве примера используется трехступенчатая система):

- когда коробка передач начинает работу на повышенной передаче, то клапан переключения 2-3-й передач открывается. Это значит, что система центробежного регулятора не была способна отключить подачу линейного давления к системе переключения. Давление центробежного регулятора постоянно равно линейному давлению. Система дроссельного клапана исключается, потому что его задачей является задержка переключения;

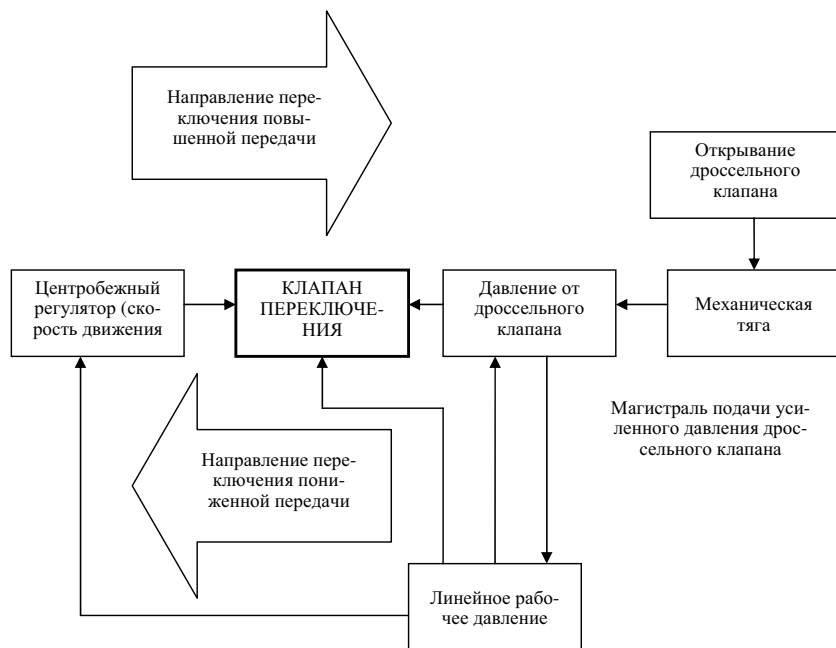


Рис. 4.39. Блок-схема переключения с механически управляемой системой дроссельного клапана

- когда коробка передач не переключается на повышенную передачу на любой скорости, то исключается система дроссельного клапана и определяется неисправность системы центробежного регулятора. Простой причиной является то, что даже максимальное давление дроссельного клапана допускает переключение на повышенную передачу, если автомобиль движется достаточно быстро.

Характер промежуточных переключений, когда коробка передач переключается быстро или переключения происходят в умеренном темпе, но с заметной задержкой, показывает, как можно использовать проверку в движении. Рекомендуется использовать данные по переключению от компании-

производителя, но если таких данных нет, то можно воспользоваться следующими указаниями:

1. Минимальные скорости переключения на повышенные передачи при почти закрытой дроссельной заслонке:

- переключение с 1-й на 2-ю передачу происходит при скорости от 13 до 19 км/ч;

- переключение со 2-й на 3-ю передачу происходит при скорости от 24 до 32 км/ч.

2. Переключение на пониженную передачу при закрытой дроссельной заслонке:

- с 3-й на 2-ю передачу происходит при скорости от 16 до 19 км/ч;

- со 2-й на 1-ю передачу происходит при скорости от 8 до 13 км/ч;

- с 3-й на 1-ю передачу происходит при скорости от 8 до 13 км/ч.

Неисправность корпуса, если происходит задержка переключения на повышенные передачи. Переключение с 1-й на 2-ю передачу происходит при скорости 32 км/ч, а со 2-й на 3-ю передачу – при скорости 56 км/ч. При контрольной поездке с закрытой дроссельной заслонкой переключение с 3-й на 1-ю передачу происходит при скорости 16 км/ч, которое может считаться практически нормальным. Проверьте следующее:

- может ли быть низкое давление от системы центробежного регулятора?

- может ли быть высокое давление от системы дроссельного клапана?

Так как давление от дроссельного клапана не является фактором на клапане переключения, когда переключение произошло, то переключение с 3-й на 1-ю передачу при закрытой дроссельной заслонке определяется усилием пружины, работающим против давления от центробежного регулятора. Если переключение при закрытой дроссельной заслонке правильное, то это подтверждает, что система центробежного регулятора исправна. Неисправность находится в системе дроссельного клапана. Если при очень похожей неисправности переключение с 3-й на 1-ю передачу имеет место при 29 км/ч, то система дроссельного клапана исключается. Более раннее переключение на пониженную передачу вызвано пружинами клапанов переключения, усилие которых превышает давление на выходе системы дроссельного клапана, которое слишком низкое для данной скорости движения.

Неисправность корпуса, если минимальная скорость переключения на повышенную передачу слишком мала. Переключение с 1-й на 2-ю передачу происходит при скорости 8 км/ч, а переключение со 2-й на 3-ю передачу происходит при 16 км/ч. Последовательность переключения при средние и сильно открытой дроссельной заслонке показывает, что переключения запаздывают без пробуксовки коробки передач, но что они по-прежнему происходят рано. При контрольной поездке с закрытой дроссельной заслонкой переключение с 3-й на 1-ю передачу происходит практически при остановке, а это очень поздно. Может быть и так, что переключения на первую передачу вообще не происходит, что приведет к началу работы коробки передач на повышенной передаче вместо первой. Причина этого в том, что выходное давление системы центробежного регулятора слишком, высокое для данной скорости.

При закрытой дроссельной заслонке пружины клапанов переключения должны закрывать клапаны, противодействуя давлению от центробежного регулятора. Если узел центробежного регулятора отрегулирован на слишком высокое давление, то скорость автомобиля должна снизиться ниже нормального значения, чтобы пружины могли закрыть клапаны. Низкое давление системы дроссельного клапана исключается из-за двух факторов:

- давление от дроссельного клапана при минимальных скоростях переключения близко к нулевому или вообще равно нулевому. Для преодоления усилия пружины клапана переключения достаточно всего лишь давления от центробежного регулятора. В этом случае усилие пружин клапанов переключения преодолевается слишком быстро;

- даже хотя переключения происходят рано, то наблюдается задержка переключения и нет пробуксовки коробки передач. Отсутствие пробуксовки коробки передач при средне и сильно открытой дроссельной заслонке является хорошим указанием на то, что усиленный сигнал давления от дроссельного клапана к клапану регулятора давления правильный.

4.7.5.4. Проверка автоматической коробки передач при остановке двигателя

Двигатель и АКП являются единой системой и их работа должна быть синхронизирована. Перемещение на корпусе дроссельной заслонки и перемещение рычага дроссельного клапана на коробке передач должны быть синхронизированы. Работа двигателя и величина крутящего момента на коробке передач должны быть правильными, чтобы коробка передач тоже работала правильно. Следовательно, важной частью диагностики коробки передач является проверка правильной работы двигателя.

Если двигатель имеет недостаточную мощность, то он посылает неправильный сигнал к коробке передач через соединительную цепь. Коробка передач не имеет возможности определить, правильная ли информация или нет, а только реагирует на входные сигналы. В зависимости от коробки передач это может привести к жесткому переключению передач или к комбинации жестко-запоздалого переключения, которое добавляется к уже неправильно работающему двигателю.

Проверка остановки двигателя. При проверке остановки двигателя полная мощность двигателя действует на стационарный вес автомобиля. Задачей проверки является определение удерживающей способности тормозных лент и фрикционных, работы гидротрансформаторов и качества работы двигателя.

Процедура проверки остановки двигателя, рекомендованная многими фирмами-производителями, помогает определить целостность двигателя, статора (реактора) гидротрансформатора и определенных комбинаций фрикционных и тормозных лент. Когда рычаг селектора находится в каждом из положений для движения вперед и назад и педаль тормоза плотно нажата, педаль подачи газа резко нажимается до положения, соответствующего полностью открытой дроссельной заслонке. Значение числа оборотов двигателя при полно-

стью открытой дроссельной заслонке может дать ключи для диагностики состояния перечисленных деталей.

Проверку остановки двигателя необходимо проводить в качестве дополнительного диагностического средства, особенно когда есть недостатки в работе силового агрегата. Когда пробуксовка не является важным фактором, проверка может быть очень полезной при изоляции потерь мощности на двигателе или на гидротрансформаторе. Результаты проверки остановки двигателя можно сравнить с динамометрическим тестом при полной мощности.

При проверке остановки двигателя уровни охлаждающей жидкости двигателя, моторного масла и рабочей жидкости в коробке передач, а также рабочая температура должны соответствовать установленным нормам. Полный вес автомобиля должен приходиться на колеса, а автомобиль должен быть надежно заблокирован против перемещения. Будет нужно затянуть стояночный тормоз и нажать педаль тормоза, чтобы заблокировать автомобиль. При проведении проверки никто не должен стоять перед автомобилем или позади него. Используйте руководство по ремонту автомобиля относительно конкретных деталей, касающихся процедур проверки остановки двигателя.

Процедура проверки остановки двигателя выполняется следующим образом:

1. Подсоединить тахометр и расположите его так, чтобы можно было считывать его показания с места водителя.
2. Перевести рычаг селектора в диапазон «D».
3. Разогнать двигатель при полном открывании дроссельной заслонки.
4. Отметить максимальное число оборотов, развиваемое двигателем, и запишите эти результаты.

Проверка остановки двигателя на одной конкретной передаче не должна продолжаться более 5 секунд, иначе может произойти серьезный перегрев и повреждение коробки передач.

5. Вернуть рычаг селектора в диапазон нейтральной передачи и дайте двигателю поработать на повышенных оборотах холостого хода не менее, чем 30 секунд для охлаждения.

6. Повторить указанную выше операцию для каждой передачи.

Если обороты двигателя превысят максимальные пределы, указанные в данных по характеристикам остановки двигателя, то сразу же надо отпустить педаль подачи газа, так как имеет место пробуксовка и следует избегать дальнейших повреждений коробки передач. Проверку также следует остановить, когда слышны необычные шумы. Звуки вспенивания или даже воющие звуки от работы жидкости в гидротрансформаторе являются нормальными при проверке остановки двигателя, но металлические шумы в силовом агрегате указывают на неисправность гидротрансформатора.

Анализ результатов проверки остановки двигателя нужно проводить путем сравнения с данными производителя автомобиля, например, проверка коробки передач семейства TORQUEFLITE (табл. 4.18). Следует записать результаты проверки и сравнить их с данными производителя.

**Регистрация проверок остановки двигателя
с коробкой передач TORQUEFLITE**

Диапазон	Полученное значение числа оборотов	Состояние при проверке		
		низкое	нормальное	высокое
D (движение)				
(2)				
(1)				
R (задний ход)				
Рабочий диапазон	Работающие удерживающие детали			
D	Задний фрикцион и муфта свободного хода			
2	Задний фрикцион и муфта свободного хода			
1	Задний фрикцион и тормозная лента первой-задней передачи. Муфта свободного хода работает			
R	Передний фрикцион и тормозная лента первой-задней передачи			
Тормозная лента системы «Kick down» не используется при проверках остановки двигателя				

Изменения в результатах проверки можно интерпретировать следующим образом:

1. Обороты остановки двигателя на 200-300 мин⁻¹ выше нормальных. Коробка передач не блокируется, и возможная причина состоит в пробуксовывающем фрикционном элементе. Можно также предположить насыщенную воздухом жидкость коробки передач и низкое рабочее давление.

2. Обороты остановки двигателя очень высокие и увеличиваются, поэтому проверку следует прекратить. Вероятной причиной является по-прежнему пробуксовывающий фрикцион или низкое рабочее давление, но нужно учесть и возможность повреждения шлицев турбины на ведущем валу.

3. Обороты остановки двигателя на 100-200 мин⁻¹ меньше нормальных. Это является признаком потери мощности двигателя. Обычно водитель уже заметил снижение мощности двигателя, а работа трансмиссии в порядке. Если замечена потеря крутящего момента двигателя при остановке, то проблема обычно заключается в неисправных свечах зажигания или вторичной (высоковольтной) цепи системы зажигания.

4. Обороты остановки двигателя на 33% ниже нормальных. Причиной может быть свободно вращающийся статор (реактор). Гидротрансформатор в процессе проверки остановки двигателя выдает полный крутящий момент, и при этом статор обычно находится в заблокированном состоянии. Если роликовая муфта статора не обеспечивает блокировку, то жидкость работает против насосного колеса гидротрансформатора и против направления вращения двигателя. Мощность двигателя сильно теряется при работе против движения жидкости гидротрансформатора.

Работа автомобиля в области низких скоростей (от 0 до 48 км/ч) очень неэффективна и почти отсутствует тяговое усилие, а также нет возможности разгона.

5. Обороты остановки двигателя нормальные. Это означает, что мощность двигателя нормальная, коробка передач блокируется и статор (реактор) гидротрансформатора блокируется. Однако не определяется, может ли статор освободиться и дать возможность гидротрансформатору работать в режиме гидромукты.

О «заедании» статора (реактора) может свидетельствовать максимальная скорость автомобиля: при полностью открытой дроссельной заслонке заметно снижается (обычно на 33%). Разгон и работа на низких скоростях нормальные, но когда гидротрансформатору надо работать в режиме гидромукты, «заевший» статор работает как барьер или тормоз против вращающейся жидкости. Побочными эффектами являются перегрев жидкости в коробке передач и возможные потери давления насоса коробки передач. Автомобиль обычно проезжает 24-32 км по дороге, а затем коробка передач теряет давление и блокирующее усилие. Для другой проверки «заевшего» статора переведите селектор коробки передач в диапазон «N» и нажмите педаль подачи газа до положения полностью открытой дроссельной заслонки. Если двигатель показывает нормальное состояние без нагрузки и его обороты легко превышают 3000 мин^{-1} , то остановите проверку – статор свободно вращается и вращается вместе с насосным колесом и турбиной (турбинным колесом) в потоке жидкости. Если двигатель не может разогнаться более 3000 мин^{-1} при полностью открытой дроссельной заслонке, то роликовая муфта статора «заела». Статор работает как гидравлический тормоз против усилия вращающейся жидкости и увлекает за собой двигатель.

Однако контроль технического состояния методом остановки двигателя следует проводить с осторожностью, так как при проверке появляются нагрев и крутящие нагрузки. У автомобилей с недостатками системы охлаждения могут лопнуть шланги. Поврежденные опоры двигателя также могут стать проблемной областью.

Из-за потенциальных опасностей, связанных с проверкой остановки двигателя, некоторые компании-производители не рекомендуют проводить эту процедуру для диагностики неисправностей коробки передач.

4.7.6. Диагностирование трансмиссии по изменению угловой скорости валов

Реальная внутрицикловая неравномерность угловой скорости (ВНУС) коленчатого вала ДВС приводит к неравномерному вращению элементов трансмиссии, ухудшение технического состояния которых приводит к увеличению ВНУС промежуточных сопряжений и в конечном элементе – ведущих колес.

Введение признаков функционального состояния ДВС, использование как неустановившихся (НУР), так и установившихся (УР) режимов испытаний, становится возможным по показателям ВНУС системы «ДВС-колесо», оценить техническое состояние наиболее важных элементов системы «ДВС-колесо» (трансмиссии, тормозной системы, рулевого управления и подвески автомобиля), повысить эффективность и адаптивность их электронных систем

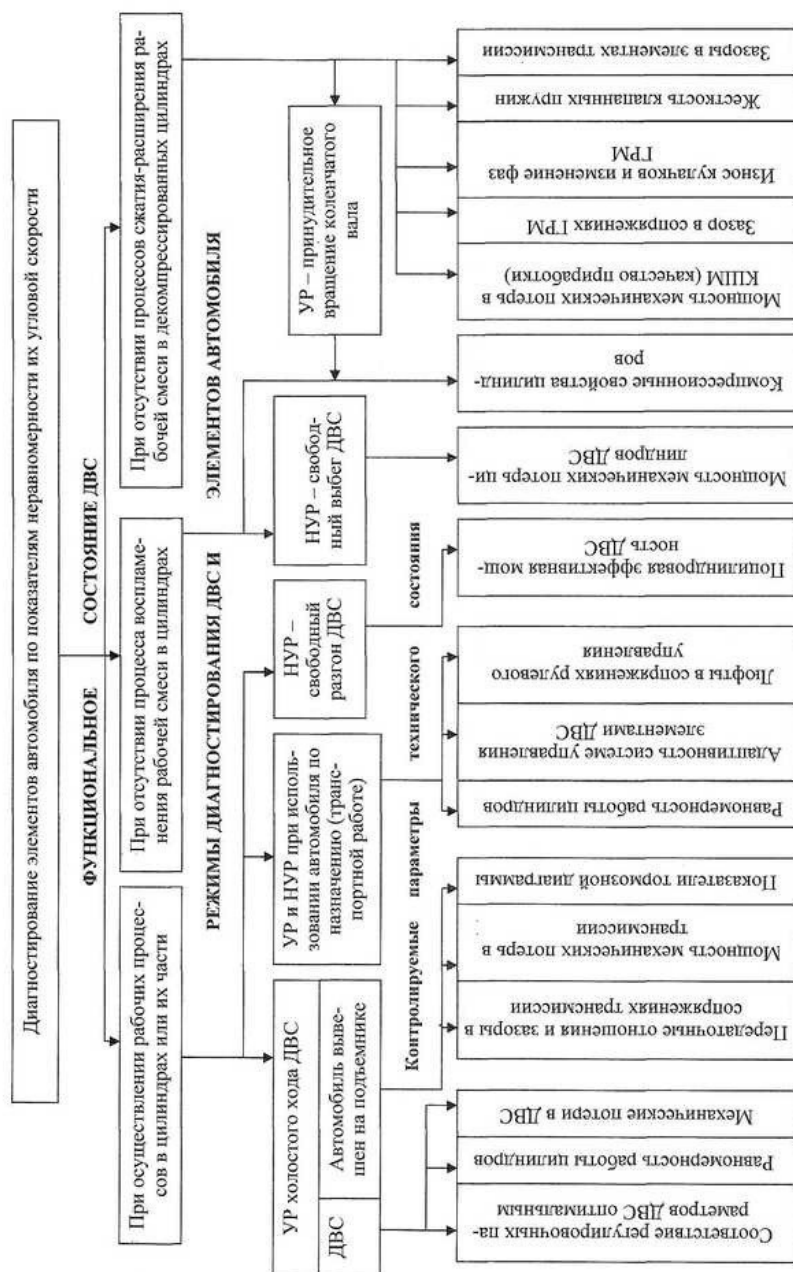


Рис. 4.40. Режимные признаки диагностирования элементов автомобиля по показателям ВСУС

управления. Признаки диагностирования элементов автомобиля по показателям ВНУС приведены на рис. 4.40 [41].

Диагностирование трансмиссии и тормозной системы осуществляется при вывешенном на подъемнике автомобиле с установкой на сочленениях карданного вала и колесах датчиков угловых перемещений. Теоретической основой способов их диагностирования также служат уравнения динамики (принцип Даламбера) автомобиля с учетом диссипативных характеристик элементов трансмиссии, представленных на рис. 4.41 [41].

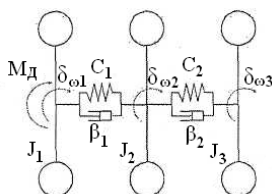


Рис. 4.41. Эквивалентная динамическая модель системы «ДВС-трансмиссия» автомобиля ГАЗель-322132

ния коэффициентов неравномерности УС вращения, соответственно двигателя, трансмиссии и ведущих колес.

При диагностировании элементов трансмиссии вывешенные ведущие колеса одной стороны автомобиля фиксируются в неподвижном состоянии, а ее прокручивание осуществляется двигателем. Об общем техническом состоянии трансмиссии судят по значениям мощности механических потерь и суммарного углового зазора в ее сопряжениях. Мощность механических потерь равна

$$N_M = J_{\Sigma} \cdot \ddot{\varphi}_K \cdot \frac{\omega_K - \omega_H}{\tau}$$

где $J_{\Sigma} = J_1 + J_2 + J_3$ – сумма приведенных моментов инерции вращающихся масс ДВС, трансмиссии и вращающихся колес (рис. 4.41); ω_H , ω_K – мгновенные значения УС в начале и конце одного (двух) полных оборотов выбега колеса за время τ .

Суммарный зазор в трансмиссии определяется по разности значений полного поворота ведущего колеса (360°) и приведенного к нему угла поворота КВ (с учетом передаточного числа трансмиссии).

При отрицательном результате поэлементное диагностирование трансмиссии осуществляется в режиме прокручивания системы «ДВС-трансмиссия» от ДВС при его работе на УР в диапазоне средней УСКВ $\varpi = 90 \dots 100$ рад/с или стартером. Диагноз осуществляют по значениям коэффициентов неравномерности ($\delta_{\omega 1}$, $\delta_{\omega 2}$ и $\delta_{\omega 3}$) и фазовых сдвигов экстремумов УС в последовательно соединенных сопряжениях трансмиссии, которые сравниваются с номинальными. Считаем, что коэффициенты демпфирования элементов трансмиссии β_1 и β_2 (рис. 4.41) на холостом ходу ее прокрутки от ДВС или стартера близки к нулю.

Суммарный зазор в трансмиссии определяется по разности значений приведенных углов поворота ведущего колеса и коленчатого вала, с учетом передаточного числа трансмиссии.

Диагностирование тормозной системы ведущих колес осуществляется при их вращении от ДВС с линейной скоростью 60 или 90 км/ч (в зависимости от инерционных масс колес) – путем однократного нормированного по усилию и темпу нажатия на педаль управления рабочим тормозом с помощью автоматического устройства - «пневмоноги». Вращение ведомых колес автомобиля осуществляется от мобильного приводного устройства.

В качестве диагностических параметров используются значения времени запаздывания и срабатывания привода тормозной системы; неравномерности замедления и угла поворота каждого из колес в процессе торможения. Основное преимущество данного способа – отсутствие влияния на результаты диагностирования сил сцепления в контакте шин колес с опорной поверхностью роликов тормозного стенда или дороги.

Техническое состояние рулевого управления и углов установки управляемых колес оценивается по значениям неравномерности углов и угловой скорости перемещений рулевого колеса относительно его нейтрального положения при движении автомобиля по прямолинейному участку дороги или роликам стенда.

Для измерения внутрицикловых мгновенных значений УСКВ ДВС и других вращающихся деталей автомобиля разработано цифровое электронное устройство с датчиком угловых перемещений ВЕ-178А (ЛиР-158Б) [41]. Для диагностирования трансмиссии, тормозной системы и рулевого управления разработаны легкосъёмные специальные датчики. Метрологические свойства устройства (абсолютная погрешность менее 0,01 рад/с, дискретность шага измерений $\Delta_n < 1$ с, отличие скоростного режима ДВС от нормативного его значения в момент измерений по ϖ не более ± 1 рад/с) позволяют определить диагностические параметры с необходимой точностью.

Представленная методология диагностирования систем и механизмов автомобиля по показателям ВНУС вращающихся его элементов обоснована теоретическими и экспериментальными исследованиями авторов с учетом известных работ в данной области, а ее эффективность обеспечивается высокой помехоустойчивостью и информативностью измеряемого параметра – УС, многофункциональностью использования, оперативностью и малой стоимостью практической реализации.

Контрольные вопросы

1. Как определить уровень рабочей жидкости в АКП?
2. Какие признаки технического состояния АКП можно определить по цвету и плотности ее рабочей жидкости?
3. В какой последовательности производится регулировка ключа «нейтраль/запуск»?
4. Какие существуют нормы периодичности замены рабочей жидкости АКП?
5. Какие неисправности главной передачи можно выявить при движении автомобиля?
6. Приведите типовую программу проверки АКП в движении автомобиля.

7. По каким признакам можно определить пробуксовку муфты и тормозной ленты?
8. Что считается нормальной работой муфты гидротрансформатора?
9. Как можно обнаружить механические неисправности типа срезания шлицев или повреждения сварных швов, например, узлов конструкции приводного кожуха с солнечной шестерней?
10. Приведите типовой анализ неустойчивых переключений передач и их причины.
11. Приведите примеры неустойчивого переключения передач по параметрам скорости переключения.
12. Приведите процедуру проверки АКП при остановке двигателя.
13. Как по снижению оборотов двигателя можно интерпретировать состояние АКП?
14. Как по анализу внутренних шумов АКП можно определить неисправности гидротрансформатора и планетарной передачи?

5. СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ

5.1. Типичные неисправности механической системы рулевого управления и их причины

Из всех дорожно-транспортных происшествий, совершенных в результате плохого технического состояния автомобиля, из-за неисправности механизмов рулевого управления происходит около 13-15% происшествий. От технического состояния рулевого управления зависит безопасность движения, эксплуатационные показатели автомобиля и условия работы водителя.

Стандарт ДСТУ 3649:2010 определяет перечень неисправностей и условий, при которых запрещается эксплуатация транспортных средств, а также методы проверки соответствующих параметров.

Признаками неисправностей рулевого управления являются завышенные значения нормативных параметров износов, зазоров, углов и усилия поворота рулевого колеса, нарушение герметичности гидросистемы.

Причины неисправностей рулевого управления представлены на рис. 5.1.

Наиболее распространенными неисправностями рулевого управления являются износы в шарнирных соединениях рулевых тяг и рабочих пар «червяк-ролик» или «шестерня-рейка» в рулевом механизме, а также износ подшипников. Следствием этих неисправностей является повышенный люфт рулевого колеса.

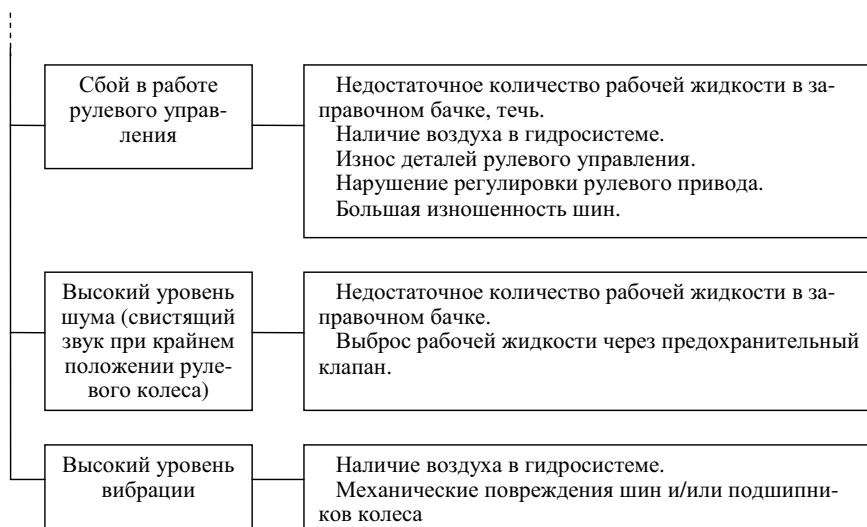
На работу механизмов рулевого управления оказывают влияние дорожные условия, техническое состояние передней оси, шин и других механизмов ходовой части автомобиля, а также неисправности подвески автомобиля. В результате детали механизмов рулевого управления изнашиваются, крепление некоторых из них к раме (кузову) нарушается, происходят деформации. При увеличении зазора рулевого колеса затруднено управление автомобилем (автомобиль «не держит дорогу»).

Неисправности рулевого управления создают угрозу безопасности движения и затрудняют управление автомобилем. Неисправности, сбои и отказы компонентов электрических и электронных систем рулевого управления имеют общие признаки и диагностические параметры, которые описаны в разделе 11.

В зависимости от типа и назначения автомобиля применяется рулевое управление различной конструкции: без усилителя, с усилителем, с применением рейки с переменным отношением зубчатого зацепления, с микропроцессорным управлением. Современные механизмы рулевого управления состоят из рулевого колеса, рулевой колонки, реечной передачи, поперечных рулевых тяг и усилителя. Гидравлический усилитель рулевого управления состоит из масляного насоса, ресивера и трубопроводов; электрогидравлического преобразователя. Поэтому полное описание неисправностей можно выполнить только по отдельным узлам. Далее приведен список типичных неисправностей основных механизмов рулевого управления.

Неисправности	Причина
Увеличение свободного хода колеса	Изнашивание сочлененных деталей червячного или реечного механизма. Изнашивание втулок. Изнашивание подшипников и их посадочных мест. Изнашивание деталей шаровых соединений рулевых тяг. Изнашивание шарниров рулевых тяг. Нарушение регулировки червяка с роликом. Изнашивание подшипников червяка. Ослабление крепления картера рулевого механизма. Увеличение зазоров в подшипниках ступиц передних колес и шкворней. Ослабление затяжек или поломка пружин наконечников рулевых тяг.
Поворачивание рулевого колеса с большим усилием (тугое) или заедание в механизме рулевого управления	Неправильная регулировка зацепления в редукторе рулевого механизма. Искривление тяг. Недостаточное смазывание картера редуктора. Заедание поворотных цапф в шкворне.
Неравномерное усилие в механизме рулевого управления с гидроусилителем	Слабое натяжение ремня привода насоса. Снижение уровня масла в бачке. Попадание воздуха в систему гидравлического усилителя. Заедания золотника или перепускного клапана при загрязнении. Выброс масла через предохранительный клапан насоса. Неисправен насос гидравлического усилителя. Сильно загрязнен фильтр заправочного бачка. Низкая частота вращения коленчатого вала в режиме холостого хода.
Отдача (обратные толчки на рулевом колесе)	Слабое натяжение или изнашивание приводного ремня насоса.

Рис. 5.1. Виды и причины неисправностей механизмов рулевого управления



Продолжение рис. 5.1

Причины увеличения свободного хода рулевого колеса:

- изнашивание сочлененных деталей червячного или реечного механизмов;

- изнашивание втулок;
- изнашивание подшипников и их посадочных мест;
- изнашивание деталей шаровых соединений рулевых тяг;
- изнашивание шарниров рулевых тяг;
- нарушение регулировки червяка с роликом;
- изнашивание подшипников червяка;
- ослабление крепления картера рулевого механизма;
- увеличение зазоров в подшипниках ступиц передних колес и шкворней;
- ослабление затяжек или поломка пружин наконечников рулевых тяг.

Общий суммарный зазор рулевого колеса (град.) образуется за счет:

- изнашивания деталей шарниров тяг 2-4;
- поломки пружины поперечной рулевой тяги 10-20;
- ослабления поворотных рычагов 10-15;
- изнашивания шкворня и его втулок 3-4.

Причины тугого вращения или заедания в механизме рулевого управления:

- неправильная регулировка зацепления в редукторе рулевого механизма;
- искривление тяг;
- недостаточное смазывание картера редуктора;
- заедание поворотных цапф в шкворне.

Основные неисправности механизма рулевого управления грузовых автомобилей раннего выпуска:

- увеличенный свободный ход рулевого колеса;

- тугое вращение или заедание механизма рулевого управления;
- нарушение герметичности гидросистем;
- недостаточное или неравномерное усиление гидропривода;
- ослабление крепления картера механизма рулевого управления, рулевой колонки, рулевого колеса на валу.

Наличие незатянутых резьбовых соединений или незафиксированных установленным способом приводит к перемещению деталей и узлов, не предусмотренных конструкцией.

Главная причина повышенного изнашивания деталей – неправильная регулировка, несвоевременное смазывание узлов, недостаточное количество смазывающего материала, естественный износ деталей и старение материалов.

Все работы по выявлению причин неисправностей рулевого управления выполняют при его диагностике и техническом обслуживании, а устранение неисправностей – при ремонте.

Неисправности рулевого управления легковых автомобилей с применением рейки приведены на рис. 5.2.

Возможные неисправности механизма рулевого управления автомобилей последних моделей приведены в табл. 5.1.

Увеличенный ход рулевого колеса
Ослабление гаек крепления шаровых пальцев тяг. Увеличенный зазор в шаровых шарнирах тяг. Износ резинометаллических шарниров тяг. Ослабление крепления регулировочного винта опоры рейки. Износ втулок упругой муфты рулевого вала. Износ карданных шарниров.
Тугое вращение рулевого колеса
Повреждение деталей телескопической стойки передней подвески. Повреждение подшипника верхней опоры стойки передней подвески. Низкое давление в шинах передних колес. Повреждение деталей шаровых шарниров тяг. Повреждение опорной втулки или опоры рейки.
Шум (стук) в рулевом колесе
Ослабление гаек крепления шаровых пальцев. Ослабление крепления регулировочного винта опоры рейки. Ослабление крепления рулевого механизма. Износ карданных шарниров рулевого вала.

Рис. 5.2. Возможные неисправности рулевого управления с применением рейки

Таблица 5.1

**Возможные неисправности механизма рулевого управления,
их причины и способы устранения**

Неисправность	Причина	Способ устранения
Отдача (обратные толчки) на рулевом колесе	Слабое натяжение или износ приводного ремня насоса	Отрегулировать натяжение ремня или заменить его
Рулевое колесо поворачивается с большим усилием	Слабое натяжение или износ приводного ремня насоса	Отрегулировать натяжение ремня или заменить его.
	Недостаточное количество рабочей жидкости в заправочной бачке	Долить рабочую жидкость
	Низкая частота вращения коленчатого вала на режиме холостого хода	Отрегулировать частоту вращения коленчатого вала на режиме холостого хода
	Сильно загрязнен фильтр заправочной бачки	Заменить фильтр
	Низкое рабочее давление насоса гидравлического усилителя	Отремонтировать или заменить насос
Рулевое колесо в среднем положении или в одну сторону поворачивается с усилием	В гидравлическом усилителе воздушные пробки	Проверить герметичность уплотнений и удалить воздух
	Неисправен насос гидравлического усилителя	Отремонтировать или заменить насос
При быстром повороте рулевого колеса требуется большое усилие	Слабо натянут приводной ремень насоса	Отрегулировать натяжение ремня
	Низкая частота вращения коленчатого вала на режиме холостого хода	Отрегулировать работу двигателя
	В гидросистему попал воздух	Найти место разгерметизации, устранить ее и удалить воздух
	Неисправен насос гидравлического усилителя	Отремонтировать или заменить насос
Сбои в работе рулевого управления	Недостаточное количество рабочей жидкости в заправочной бачке, течь	Устранить течь, долить рабочую жидкость
	Наличие воздуха в гидросистеме	Проверить герметичность уплотнений и удалить воздух
	Детали рулевого управления изношены	Проверить состояние узлов и устранить неисправности
	Нарушена регулировка рулевого привода	Отрегулировать привод
	Большая изношенность шин	Заменить шины
Высокий уровень шума. Свистящий звук при крайнем положении рулевого колеса	Недостаточное количество рабочей жидкости в заправочной бачке	Долить рабочую жидкость
	Выброс рабочей жидкости через предохранительный клапан	Отремонтировать или заменить насос. Проверить рабочее давление

Неисправность	Причина	Способ устранения
Высокий уровень вибрации	Наличие воздуха в гидросистеме	Устранить причину и удалить воздух
	Механическое повреждение или плохое состояние шин	Заменить шины
Для механизма рулевого управления с микропроцессором		
При движении с большой скоростью для поворота рулевого колеса требуется большое усилие. При вращении рулевого колеса усилие неравномерное	Неисправно электрооборудование	Проверить на стенде электрооборудование и устранить неисправность
	Неисправен спидометр	Заменить спидометр
Биеение рулевого колеса	Допустимое биеение рулевого колеса $\pm 0,100$ мм	Проверить шины и боковое биеение
		Проверить плоскость поверхности ступицы. Проверить тормозной диск на ступице. Выровнять поверхность ступицы или заменить диск

Опасные неисправности и отказы. Увеличенный угловой зазор означает большой свободный ход (люфт) рулевого колеса, а значит, запаздывание реакции автомобиля на управляющие воздействия водителя. Большое сопротивление повороту рулевого колеса означает повышенную утомляемость водителя и запаздывание управления.

Наиболее опасны внезапные отказы такие, как срезание шаровых пальцев тяг и обрыв поперечной тяги. Эти поломки приводят к мгновенной потере управляемости, когда автомобиль резко изменяет направление движения и выезжает на встречную полосу или вообще с дороги. Такие поломки деталей происходят при повышенных нагрузках: при движении по густой грязи, выезде из колеи, переезде через препятствие и резком маневрировании на большой скорости. К весьма опасным неисправностям относится внезапное смещение рулевого механизма, если его крепления слабо затянуты. При этом управляемость полностью не теряется, но положение колес меняется скачком, что может вызвать бросок автомобиля.

Опаснее всего период прогрессивного изнашивания, наступающий после наработки 135-155 тыс.км. В шаровых шарнирах наблюдается адгезионное и абразивное изнашивание из-за больших контактных нагрузок, когда смазка выдавливается, масляная пленка разрывается, а трение вызывает нагрев и сваривание отдельных микронеровностей с последующим разрывом. Усталость вызывается знакопеременными нагрузками в тягах и ускоряется с ростом зазоров, когда начинаются удары. Возникают микротрещины, создают концентрацию напряжений, трещины быстро развиваются, что приводит к поломкам деталей: либо срезаются пальцы, либо разбивается гнездо и палец выскакивает.

На некоторых дорожно-транспортных средствах это можно предотвратить регулировкой, на других регулировка не предусмотрена.

5.2. Неисправности рулевого управления с гидравлическим приводом

Основными неисправностями механизма рулевого управления с гидравлическим приводом являются [1]:

- увеличенный свободный ход рулевого колеса;
- тугое вращение или заедание механизма рулевого управления;
- нарушение герметичности гидросистем;
- недостаточное или неравномерное усиление гидропривода.

Причины недостаточного или неравномерного усиления в механизме рулевого управления с гидроусилителем:

- слабое натяжение ремня привода насоса;
- снижение уровня масла в бачке;
- попадание воздуха в систему;
- заедания золотника или перепускного клапана при загрязнении;
- выбрасывание масла через предохранительный клапан насоса.

Усилители рулевого управления имеют следующие основные оценочные характеристики:

- показатель эффективности действия усилителя, определяемый по отношению усилия прикладываемого к рулевому колесу при работе без усилителя и с усилителем;
- показатель чувствительности, определяемый усилием, которое необходимо приложить к рулевому колесу и минимальным углом поворота, вызывающим действие усилителя.

Угол поворота, при котором включается усилитель, определяется суммарным зазором в рулевом управлении и смещении при этом золотника распределителя. Этот угол находится в пределах 10-15°. Усилие на рулевом колесе необходимое для включения усилителя, составляет 20-50 Н. Это усилие является показателем обратного включения усилителя, характеризующий нагрузку, передаваемую от колес через рулевой привод на распределительное устройство, необходимое для перемещения корпуса золотника, при котором усилитель может включаться.

Регулировка механизма рулевого управления с гидроусилителем зависит от конструкции автомобиля. Все подвижные сопрягаемые детали должны работать без заедания и заклинивания при повороте вала рулевой сошки от одного крайнего положения до другого. Насосы гидроусилителей должны обеспечивать максимальное давление (примерно 7 МПа при температуре масла 65-75 °С).

Работу насоса с гидроусилителем проверяют на специальном стенде или непосредственно на автомобиле при нахождении сошки в крайнем положении.

У автомобилей, оборудованных гидроусилителем, при недостаточном натяжении ремня привода насоса гидроусилителя, недостаточном уровне масла в картере гидроусилителя и бачке насоса, наличии воздуха в гидросистеме,

загрязнении масла, при ослаблении затяжки гайки упорных подшипников винта рулевого механизма может зависать перепускной клапан. Если зависание перепускного клапана постоянно или ослаблено крепление седла предохранительного клапана насоса, гидроусилитель перестает работать и усилие, необходимое для поворота рулевого колеса, резко возрастает. Причиной понижения уровня масла может быть его утечка из-за изнашивания или повреждения уплотнительных колец, уплотнительной манжеты вала сошки, ослабления соединений шлангов и трубопроводов гидроусилителя. Возможно выбрасывание масла через предохранительный клапан насоса при засорении или повреждении фильтра, деформации коллектора или разрушении прокладки.

Признаками наличия воздуха в гидросистеме привода являются образование пены в бачке насоса и помутнение масла. Если воздух не удастся удалить из системы, необходимо проверить затяжку всех соединений трубопроводов, штуцеров, промыть сетчатый фильтр, проверить целостность фильтрующих элементов, прокладок коллектора и болтов его крепления.

При необходимости в бачок следует залить через воронку с двойной сеткой и фильтр в горловине крышки бачка насоса чистое отфильтрованное масло. Доливать масло в бачок следует при работающем двигателе до метки указателя уровня. Фильтры насоса гидроусилителя надо промывать в растворителе.

Стуки в рулевом механизме автомобилей в зависимости от конструкции появляются при разрушении рабочих поверхностей червяка или ролика или же при увеличенном зазоре в зубчатом зацеплении. Повышенный уровень шума при работе насоса гидроусилителя обусловлен слабым натяжением ремня его привода, понижением уровня масла в бачке, попаданием воздуха в гидросистему, засорением или повреждением фильтра, деформацией коллектора или разрушением его прокладки.

При увеличении зазоров в шарнирах или шлицах карданный вал заменяют или ремонтируют.

При попадании воздуха в гидросистему проверяют затяжку всех соединений, снимают и промывают в бензине фильтры насоса гидроусилителя. При значительном засорении фильтров смолистыми отложениями их дополнительно промывают в растворителе. Проверяют состояние прокладки коллектора и затяжку болтов его крепления. Загрязненное масло заменяют.

Неисправный насос гидроусилителя снимают с автомобиля и сдают в ремонт. При отказе гидроусилителя на работающем автомобиле из-за повреждения насоса, разрушения шланга или ремня привода насоса, или при буксировке автомобиля с неработающим двигателем допускается кратковременное пользование рулевым механизмом. Если произошел разрыв шлангов насоса гидроусилителя, следует соединить нагнетательное отверстие насоса с патрубком на его бачке, а нагнетательное и возвратное отверстия гидроусилителя закрыть деревянными пробками или защитить от попадания грязи другим способом. В бачок насоса долить масло.

Неисправности рулевого управления тесно взаимосвязаны с признаками неисправностей ходовой части и подвески автомобиля. Некоторые примеры такой взаимосвязи представлены в табл. 5.2.

**Взаимосвязи неисправностей рулевого управления,
подвески и ходовой части автомобиля**

Неисправность	Возможная причина
Нарушена исправность возврата рулевого колеса в прямолинейное положение	Нарушена регулировка углов установки передних колес. Слишком снизилось давление в шинах. Изношены детали рулевого механизма. Нарушена регулировка рулевой колонки. Изношены или повреждены шаровые опоры. Изношены или повреждены детали рулевого привода. Утрата смазки деталей рулевого привода. Снизился уровень масла в картере рулевого механизма. Заклинена рулевая колонка
Рулевое колесо вращается в разные стороны с различным сопротивлением вращению	Утечки масла из картера рулевого механизма. Нарушена проходимость гидравлических линий системы усиления руля
Рулевой насос работает с повышенным шумом	Недостаток масла в насосе. Нарушена проходимость шлангов, или масляного фильтра рулевого насоса. Ослаблен крепеж приводного шкива. Нарушена регулировка усилия натяжения ремня привода рулевого насоса. Неисправен рулевой насос
Рулевое колесо поворачивается чрезмерно туго	Снизился уровень жидкости в системе гидроусиления руля. Недостаток смазки шаровых опор и наконечников рулевых тяг. Нарушена регулировка углов установки передних колес. Нарушена регулировка рулевого механизма или снизился уровень смазки. Нарушена регулировка преднатяга колесных подшипников. Изношены или повреждены компоненты рулевого механизма. Вращению рулевого колеса мешает переключатель указателей поворотов. Слишком снижено давление наполнителя в шинах Изношены или повреждены шаровые опоры
Большой люфт рулевого колеса	Ослабили колесные подшипники. Изношены втулки компонентов подвески. Нарушена регулировка рулевого механизма. Нарушена регулировка углов установки передних колес. Ослаблено крепление рулевого механизма. Изношены компоненты рулевого привода или подвески
Отсутствует гидравлическое усиление	Поврежден ремень привода рулевого насоса или нарушена регулировка его натяжения. Снизился уровень гидравлической жидкости в бачке. Нарушена проходимость шлангов системы усиления руля. В гидравлический тракт системы усиления руля попал воздух. Неисправен рулевой насос. Неисправен рулевой механизм.

Неисправность	Возможная причина
Скрежет или другие посторонние шумы в рулевом механизме	Ослаблено крепление деталей реечной передачи. Внутреннее повреждение рулевого механизма.

5.3. Диагностические параметры рулевого управления

Основными общими диагностическими параметрами рулевого управления разных конструкций [2]:

- усилие поворота рулевого колеса, измеряемое на ободе рулевого колеса;
- суммарный угловой зазор (люфт) рулевого колеса;
- зазоры в сопряжениях деталей рулевого управления (в шарнирных соединениях рулевых тяг цапф в шкворне, зацепления в редукторе рулевого механизма, шестерни и рейки реечной передачи;
- зазоры в зацеплении ролика и червяка рулевого механизма по продольному перемещению вала рулевой сошки при отделенной рулевой тяге;
- зазор в подшипниках червяка рулевого колеса относительно колонки;
- давление масла в гидросистеме;
- уровень и качество масла в бачке насоса гидроусилителя (цвет, наличие воздушных пузырьков и инородных продуктов загрязнения и износа деталей);
- усилие поворота вала сошки с одного крайнего положения в другое;
- неравномерность приложенного усилия на ободе рулевого колеса при повороте в крайние положения;
- угол поворота рулевого колеса из одного крайнего положения в другое;
- натяжение ремня привода насоса;
- деформация деталей рулевого привода;
- наличие утечек масла;
- температура механизма привода и других узлов рулевого управления;
- высокий уровень шума;
- высокий уровень вибрации.
- осевой зазор подшипников червяка рулевого колеса относительно колонки;
- осевой зазор вала рулевой сошки и зацепление ролика с червяком;
- усилие срабатывания клапана гидроусилителя;
- герметичность трубопроводов;
- повреждение электропривода рулевого управления;
- электрические и электронные параметры сигналов скорости (спидометра или системы АБС микропроцессорного управления электрогидравлического преобразователя, определяющего гидравлические действия на клапаны регулирования момента усилия руля, мощность насоса).

Диагностические признаки и возможные неисправности рулевого управления представлены в табл. 5.3.

**Диагностические признаки и неисправности
рулевого управления автомобиля**

Диагностический признак	Возможные неисправности
Большое усилие на рулевом колесе и резкий самовозврат рулевого колеса в среднее положение	Большой угол продольного наклона шкворня
Повышенное усилие на рулевом колесе и отсутствие самовозврата	Неправильная регулировка рулевого механизма
Очень легкое рулевое управление и рулевое колесо не возвращается в исходное положение	Большой отрицательный угол продольного наклона шкворня
На определенной скорости руль «трясет»	Большой дисбаланс управляемых колес. Нарушены углы установки управляемых колес и углы наклона шкворня
Неравномерное усилие на рулевом колесе при повороте (заедания в одном или нескольких местах)	Нарушена рабочая поверхность нитки червяка. Вмятина на ролике. Разрушены шарики
Стук, ощутимый на рулевом колесе	Зазор в рычаге маятника. Зазоры в шарнирах рулевых тяг. Большой зазор в сопряжении «ролик-червяк». Большой зазор в подшипниках рулевого механизма. Ослабление крепления деталей рулевого механизма
Заедание управляемых колес за брызговики при наибольшем повороте в одну из сторон	Неправильная регулировка рулевой трапеции. Угловое смещение переднего моста
Рулевое колесо занимает неправильное положение (спицы расположены не горизонтально)	Неправильно установлено рулевое колесо на валу. Угловое смещение переднего моста

Диагностические параметры рулевого управления других автомобилей можно найти в эксплуатационной документации на соответствующий автомобиль.

Диагностические параметры отдельных объектов механизма поворота усилителя гидропривода и механизма поворота рулевого управления приведены на рис. 5.3.

Рулевое управление должно обеспечивать надежное и легкое управление автомобилем на любых участках дороги. При этом все его детали должны быть надежно закреплены, зашплинтованы и смазаны, а люфт рулевого колеса должен быть в пределах нормы.

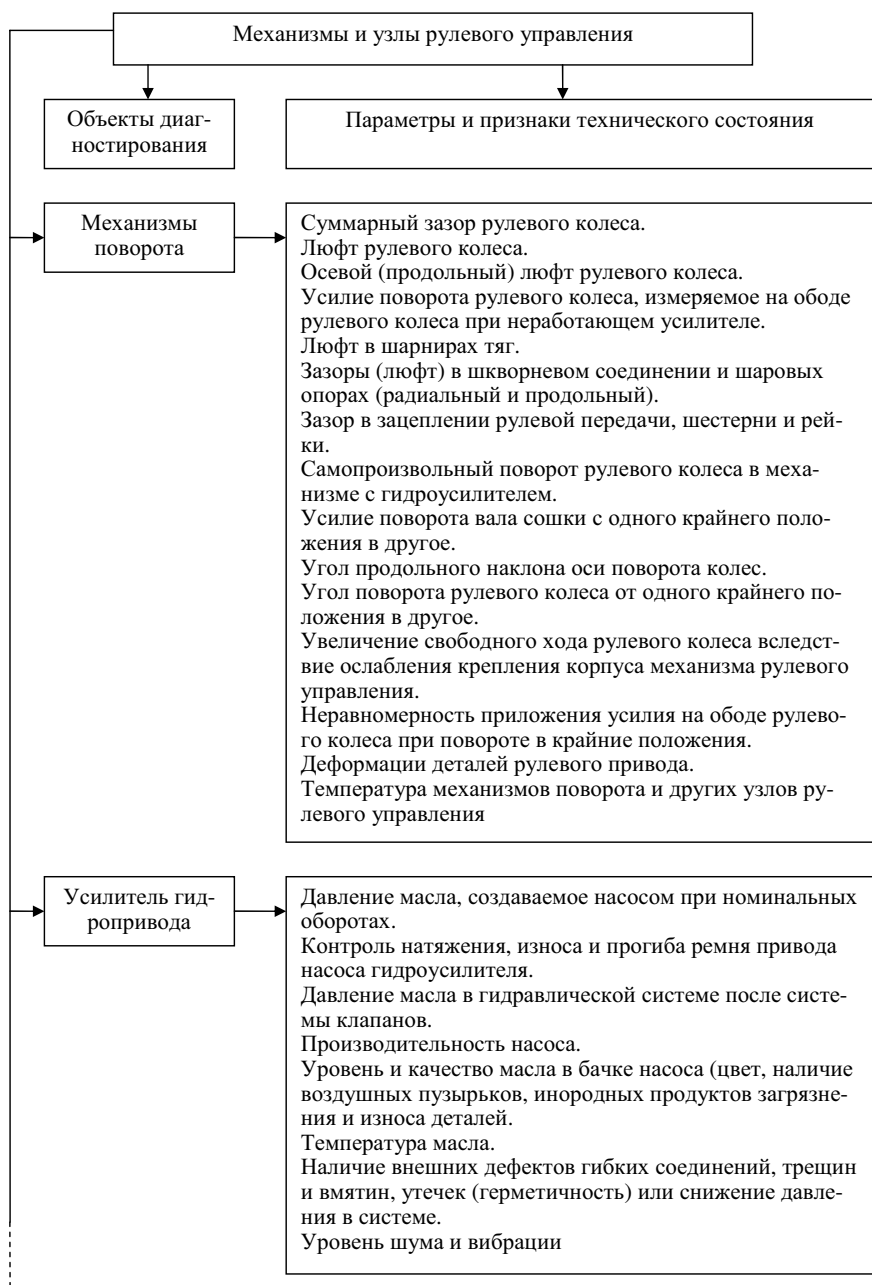
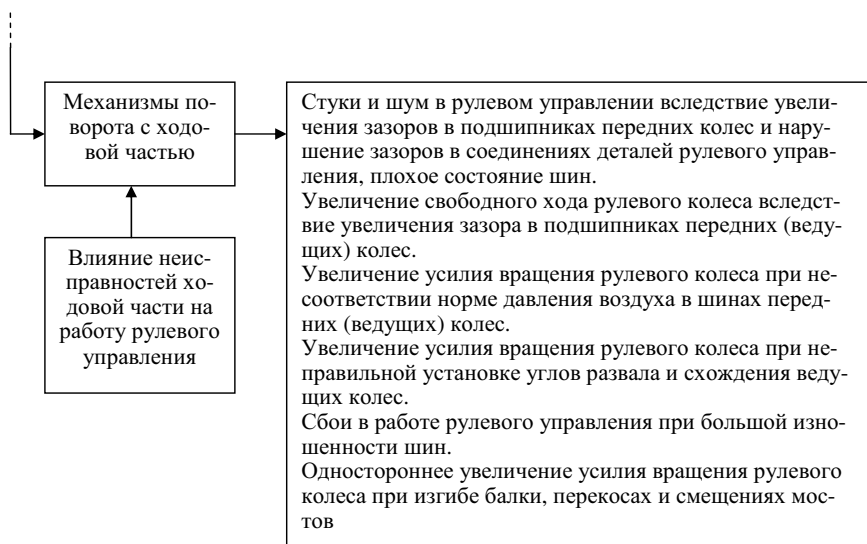


Рис. 5.3. Диагностические параметры рулевого управления



Продолжение рис. 5.3

5.4. Контроль и диагностирование рулевого управления

5.4.1. Перечень контролируемых состояний рулевого управления

Диагностирование гидравлических, электрических и электронных систем рулевого управления производится в соответствии с типовыми неисправностями, которые приведены в разделах 10 и 11.

При проверке системы рулевого управления следует помнить, что она связана с передними колесами, подвеской, осями и рамой. Поэтому до принятия решения о причине неисправности проверьте все указанные элементы.

Контроль технического состояния производится по внешним признакам и инструментальными методами.

1. Проконтролировать наличие:

- всех предусмотренных конструкцией автотранспортного средства элементов рулевого управления на своих местах (комплектность рулевого управления автотранспортного средства);
- плавного (без рывков и заеданий) поворота рулевого колеса во всем диапазоне угла его поворота, причем при повороте рулевого колеса в обе стороны;
 - соответствующего давления воздуха в шинах;
 - соответствующего (предусмотренного конструкцией автотранспортного средства) максимального угла поворота рулевого колеса;
 - работоспособности устройства фиксации положения рулевой колонки (при наличии рулевой колонки с регулируемым положением рулевого колеса). Работоспособность устройства фиксации положения рулевой колонки следует проверять посредством приведения его в действие и последующего приклады-

вания знакопеременных усилий в осевом (в направлении оси рулевой колонки) направлении и в радиальном (в плоскости рулевого колеса) направлении;

2. Проконтролировать отсутствие:

- изменения предусмотренной производителем автотранспортного средства конструкции рулевого управления;
- шумов в рулевом управлении при повороте рулевого колеса во всем диапазоне угла его поворота, причем при повороте рулевого колеса в обе стороны;
- несоответствующего усилия при повороте рулевого колеса во всем диапазоне угла его поворота в обе стороны. Усилие поворота руля для категорий автотранспортных средств M_1 , M_2 не должно превышать 7,5 Н·м, а для категорий M_3 , N_1 , N_2 , N_3 работа без гидроусилителя не допускается (автотранспортное средство не получит сертификат одобрения типа транспортного средства);
- несоответствующего диаметра оплетки рулевого колеса (более 40 мм), а также отсутствие несоответствующей фиксации оплетки к рулевому колесу;
- несоответствующей фиксации рулевого механизма к кузову или раме автотранспортного средства (в зависимости от конструкции автотранспортного средства). Следует проверить отсутствие несоответствующего осевого (в направлении оси рулевой колонки) и радиального (в плоскости рулевого колеса) люфтов рулевой колонки и рулевого колеса посредством прикладывания знакопеременных усилий в этих направлениях;
- негерметичности картера рулевого управления, а также наличие соответствующего уровня смазки в картере рулевого управления;
- проверьте зазоры в подшипниках колес, покачивая каждое колесо вверх и вниз;
- механических или усталостных повреждений, коррозии рулевых тяг, сошки, поворотных кулаков, рулевого колеса и шарниров рулевого управления;
- несоответствующего перемещения рулевых тяг, сошки, поворотных кулаков, рулевого колеса;
- несоответствующей фиксации шарниров наконечников рулевых тяг, а также отсутствие несоответствующего осевого и радиального зазора в шарнирах рулевого управления с применением приспособлений с индикатором часового типа. Проверка отсутствия несоответствующей фиксации наконечников рулевых тяг и отсутствия несоответствующего осевого люфта в шарнирах рулевых тяг;
- несоответствующего состояния пыльников шарниров рулевого управления;
- несоответствующего суммарного люфта в рулевом управлении. Суммарный люфт в рулевом управлении не должен превышать предельных допустимых значений;
- несоответствующего состояния и фиксации эластичной муфты демпфера рулевого колеса.

5.4.2. Органолептические методы поиска, устранение неисправностей рулевого управления и их связь с передними колесами

Рассмотрим методы поиска и устранения неисправностей рулевого управления на примере автомобилей фирмы «Тойота» без усилителя и с усилителем [46].

Увеличенный свободный ход рулевого колеса. Поскольку в системе рулевого управления много шарниров, небольшой свободный ход является нормальным явлением. Однако, чрезмерный свободный ход от ослабления крепления деталей рулевого управления и износа шарниров может вызвать отклонение автомобиля от заданного направления или к уводу в одну сторону, может привести к вибрации и ненормальному износу шин. Перечень контрольных операций по проверке состояния рулевого управления приведен на рис. 5.4.

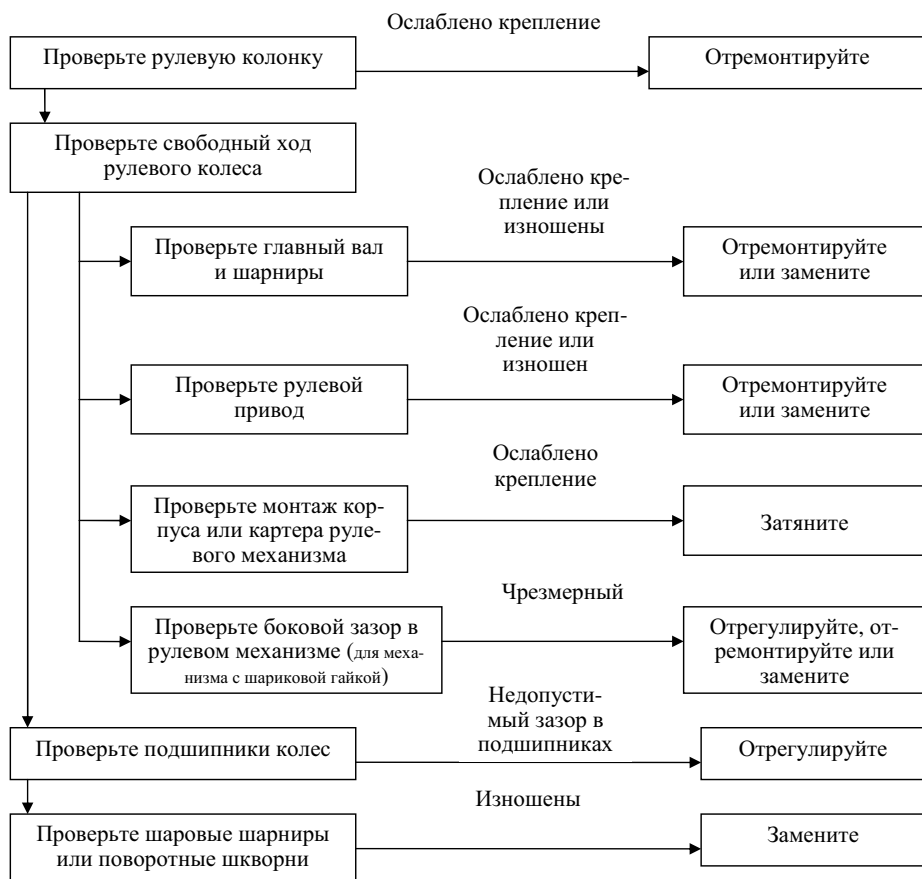


Рис. 5.4. Перечень проверок для определения причины увеличенного свободного хода рулевого колеса и устранение неисправности

При проверках перемещают рулевое колесо вверх и вниз, влево и вправо, назад и вперед, а еще проверьте правильность установки рулевого колеса на главном валу, состояние подшипника главного вала и крепление рулевой колонки. Проверку свободного хода рулевого колеса осуществляют поворачиванием передних колес в положение (рис. 5.5), соответствующее прямолинейному движению, затем повернуть рулевое колесо на небольшой угол, но не настолько, чтобы вызвать поворот колес. Величина перемещения рулевого колеса в этом случае называется свободным ходом рулевого колеса. Допустимый свободный ход рулевого колеса зависит от модели автомобиля, но обычно он не превышает 30 мм.

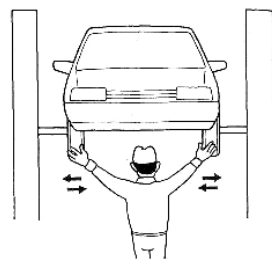


Рис. 5.5. Установка колес в прямолинейное движение

Если свободный ход рулевого колеса превышает этот предел, причины могут быть следующими:

- недостаточно затянута гайка рулевого колеса;
- износ или неправильная регулировка рулевого механизма;
- износ шарниров рулевого привода;
- ослаблено крепление кронштейна рулевого привода;
- недопустимый зазор в подшипниках колес;
- недопустимый зазор в шарнирах главного вала.

Зазоры в рулевом приводе проверяют при поддомкраченной передней части автомобиля и перемещении переднего колеса вперед-назад и из стороны в сторону. Если имеется чрезмерный зазор, возможно, что появился недопустимый зазор в рулевом приводе или в подшипниках колес.

Зазоры в подшипниках колес проверяют при поддомкраченной передней части автомобиля и проверке зазоров, покачивая каждое колесо вверх и вниз. Если обнаружены зазоры, они, по-видимому, вызваны зазорами во втулках рычагов подвески, в шаровых шарнирах или подшипниках колес (рис. 5.6). Проверьте зазоры после нажатия педали ножного тормоза. Если большие зазоры уменьшились, то причина не в подшипниках колес. Если зазоры полностью устранились, то их причиной является зазор в подшипниках колес.

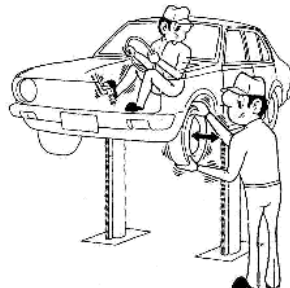


Рис. 5.6. Проверка зазоров

Тугое вращение рулевого колеса может быть вызвано чрезмерным сопротивлением в системе рулевого управления или чрезмерным усилием во вратах колес. Перечень контрольных операций по определению причин тугого вращения рулевого колеса приведен на рис. 5.7.

Причину тугого вращения рулевого колеса определяют при поддомкраченной передней части автомобиля. Отсоединяют рулевой механизм и рулевой привод, чтобы можно было проверить каждую деталь отдельно. Если рулевой

механизм проворачивается туго, то причиной этого может быть неисправность в рулевом механизме: неправильная регулировка предварительного натяга, недостаточное количество масла или смазки, неисправность подшипника или втулки.

При проверке шарового шарнира отсоединяют рычаг поворотного кулака и рулевой привод и перемещают рычаг поворотного кулака. Если он перемещается туго, неисправность следует искать в шаровом шарнире или шкворне. Тугое вращение рулевого колеса может быть также из-за большого продольного наклона шкворня.



Рис. 5.7. Перечень проверок по определению причин тугого вращения рулевого колеса

Влияние автомобиля при движении. Влияние – это стремление автомобиля к изменению заданного направления движения. В этом случае води-

тель должен непрерывно изменять положение рулевого колеса для поддержания заданного направления движения автомобиля. Перечень проверок для определения причин виляния автомобиля при движении приведен на рис. 5.8.

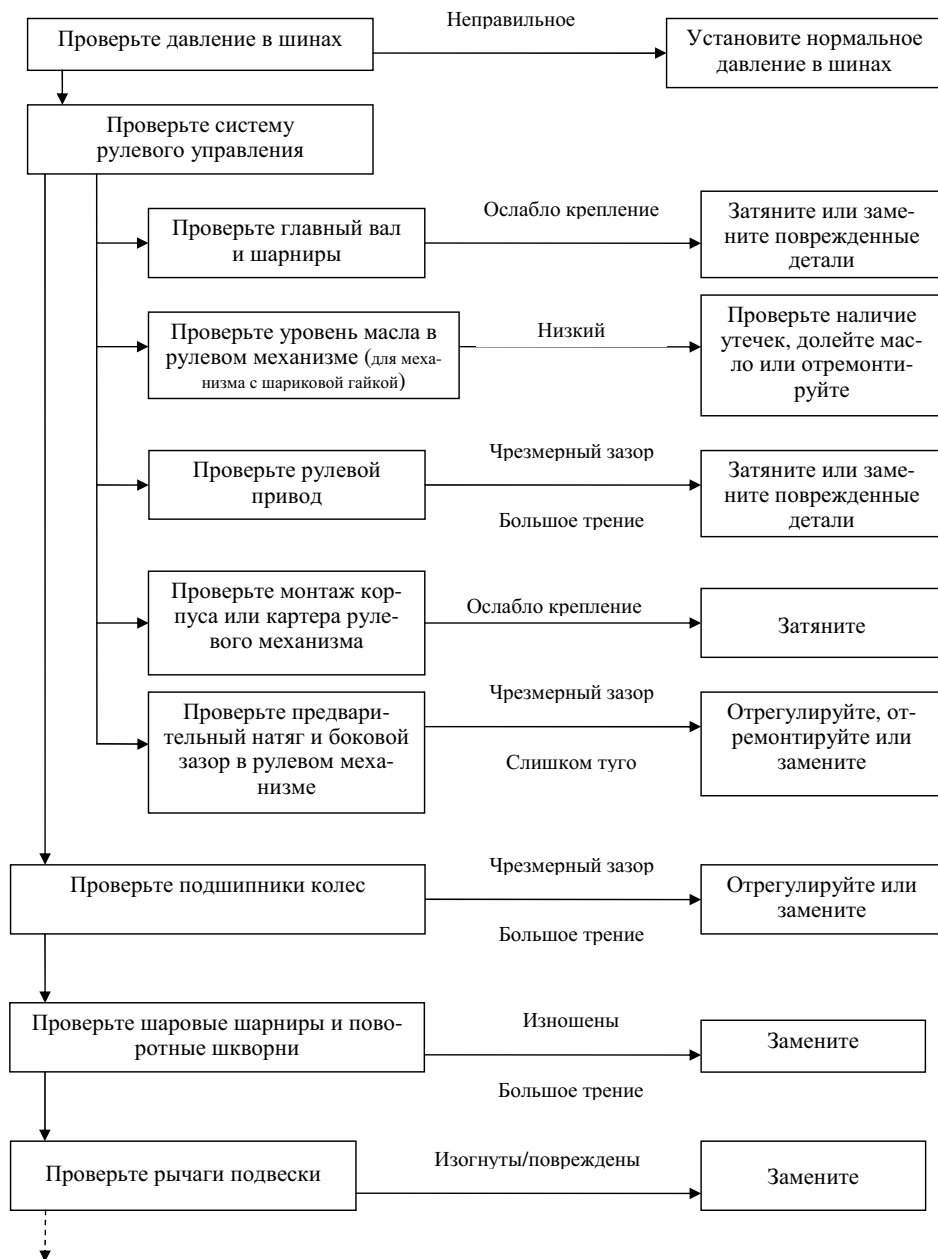


Рис. 5.8. Возможные причины виляния автомобиля при движении



Продолжение рис. 5.8

Причинами виляния автомобиля при движении может быть также увеличенный свободный ход рулевого колеса и его тугое вращение. Виляние при движении также возможно, если продольный наклон шкворня слишком мал или отрицательный, а также, если большая сходимость или обратная сходимость.

Увод автомобиля в одну сторону при нормальной езде. Это означает, что автомобиль стремится уйти в одну сторону, когда водитель пытается вести его прямолинейно – это наиболее вероятно в тех случаях, когда имеется большая разница в сопротивлении перекачиванию левого и правого колес или большая разница в моментах, действующих относительно осей поворота левого и правого колес. Перечень возможных причин увода автомобиля в одну сторону приведен на рис. 5.9.

Причинами увода автомобиля в одну сторону также может быть следующее:

1. Если имеется разница в наружных диаметрах левой и правой шин, то расстояния, проходимые шинами за один оборот, будут разными. В результате автомобиль будет уводиться влево или вправо при прямолинейном движении.

2. Если давление воздуха в левой и правой шинах разное, то создается разное сопротивление вращению шин, что вызывает увод автомобиля влево или вправо.

3. Автомобиль также, вероятно, будет уводиться в одну сторону при большой сходимости или обратной сходимости, а также при большом различии в продольных углах наклона шкворня левого или правого колеса или развала колес.



Рис. 5.9. Возможные причины увода автомобиля в одну сторону

Самовозбуждающееся угловое колебание передних колес («шимми»). Это означает, что рулевое колесо вибрирует в направлении вращения, что вызвано колебаниями передних колес относительно передней оси (из-за дисбаланса колес и т. п.). «Шимми», возникающее при высоких скоростях, называется также «дрожанием». «Шимми» подразделяется на два типа: постоянные колебания, которые появляются при относительно низких скоростях (от 20 до

60 км/ч), и колебания, возникающие только при определенных скоростях выше 80 км/ч. Они называются «дрожанием».

Возможные причины углового колебания передних колес приведены на рис. 5.10.



Рис. 5.10. Возможные причины углового колебания передних колес

Неравномерный износ шин может быть вызван неисправностью в системе рулевого управления или подвеске. Если «шимми» не устраняется после

замены шин новыми, необходимо проверить свободный ход рулевого колеса и зазоры в подшипниках колес. «Шимми» может быть вызвано чрезмерным продольным наклоном шкворня, а также чрезмерным развалом, сходимостью или обратной сходимостью, неодинаковым развалом слева и справа.

Обратный удар рулевого колеса (толчки от управляемого колеса на рулевое колесо) означает, что рулевое колесо испытывает удар из-за толчка, когда передние колеса внезапно сталкиваются с препятствием на дороге. Незначительный обратный удар является нормальным, но на чрезмерный обратный удар следует обратить серьезное внимание. Причину обратных ударов можно выявить с помощью проверок, приведенных на рис. 5.11.



Рис. 5.11. Возможные причины обратного удара рулевого колеса

Причинами также могут быть: ненормальный свободный ход рулевого колеса, неправильные зазоры в рулевом приводе и подшипниках колес.

Тугое вращение рулевого колеса (для рулевого управления с усилителем). Тугое вращение рулевого колеса может быть связано с неисправностями усилителя, чрезмерным сопротивлением в системе рулевого управления или

чрезмерным усилием возврата управляемых колес в нейтраль. Контрольные операции по определению причин неисправности приведены на рис. 5.12.



Рис. 5.12. Возможные причины тугого вращения рулевого колеса (для рулевого управления с усилителем)

При проверке шаровых шарниров необходимо отсоединить рычаг поворотного кулака от рулевого привода и повернуть кулак, приложив усилие к рычагу. Если для поворота кулака необходимо очень большое усилие, то возможно поврежден шаровой шарнир. Большой продольный наклон шкворня также может быть причиной тугого вращения рулевого колеса.

5.4.3. Инструментальный контроль зазоров и креплений механизмов рулевого управления

Параметры работоспособности рулевого управления установлены стандартом ДСТУ 3649:2010. Это суммарный угловой зазор и максимальное усилие на рулевом колесе (табл. 5.5), крепления и состояние шарнирных соединений тяг рулевого привода. Люфт определяют при помощи динамометральнофтомера модели К-402 (рис. 5.13) или прибором К-187, закрепляемых на ободе рулевого колеса. Кроме того, есть ряд качественных требований.

Не допускаются: не предусмотренные конструкцией перемещения деталей и узлов рулевого управления относительно друг друга или опорной поверхности; повреждения и деформации рулевого управления, определяемые визуально; самопроизвольный поворот рулевого колеса от нейтрального положения на дорожно-транспортном средстве с усилителем рулевого управления во время его неподвижного состояния и при работающем двигателе; подтекание рабочей жидкости в гидросистеме усилителя.

Таблица 5.5

Угловые зазоры и усилия при рулевом управлении

Категория транспортного средства	Суммарный угловой зазор, не более	Максимальное усилие, Н, не более для дорожно-транспортного средства	
		без усилителя	с усилителем
M ₁ , M ₂ , N ₁	10°	200	120
M ₃ , N ₂ , N ₃	20°	250	150

Натяжение ремня насоса усилителя рулевого управления и уровень рабочей жидкости в резервуаре должны отвечать требованиям инструкции по эксплуатации. Максимальный поворот рулевого колеса должен ограничиваться только устройствами, предусмотренными конструкцией дорожно-транспортного средства. Рулевое колесо должно вращаться без рывков и заеданий во всем диапазоне угла его поворота.

Дорожно-транспортное средство проверяют в снаряженном состоянии. Колеса должны быть установлены на поворотные устройства с подшипниковыми опорами, имеющие возможность при повороте смещаться в продольном и поперечном направлениях («плавающие опоры»). Плавающие опоры могут иметь систему измерения углов поворота управляющих колес.

Двигатель дорожно-транспортного средства, оборудованного усилителем рулевого управления, должен работать на минимальных оборотах холостого хода.

Перед проверкой механизма рулевого управления доводят до нормы давление воздуха в шинах. Проверяют и при необходимости регулируют углы установки и подшипники ступиц управляемых колес. Подтягивают крепление картера механизма рулевого управления, рулевой сошки и рычагов поворотных цапф, проверяют наличие смазочного материала в узлах механизма рулевого управления и ступицах колес, а у автомобилей с гидроусилителем руля уровень и качество масла в бачке, насоса гидроусилителя. Перед контролем

рулевого управления автомобиль устанавливают на ровную площадку, а управляемые колеса – в положение для движения прямо.

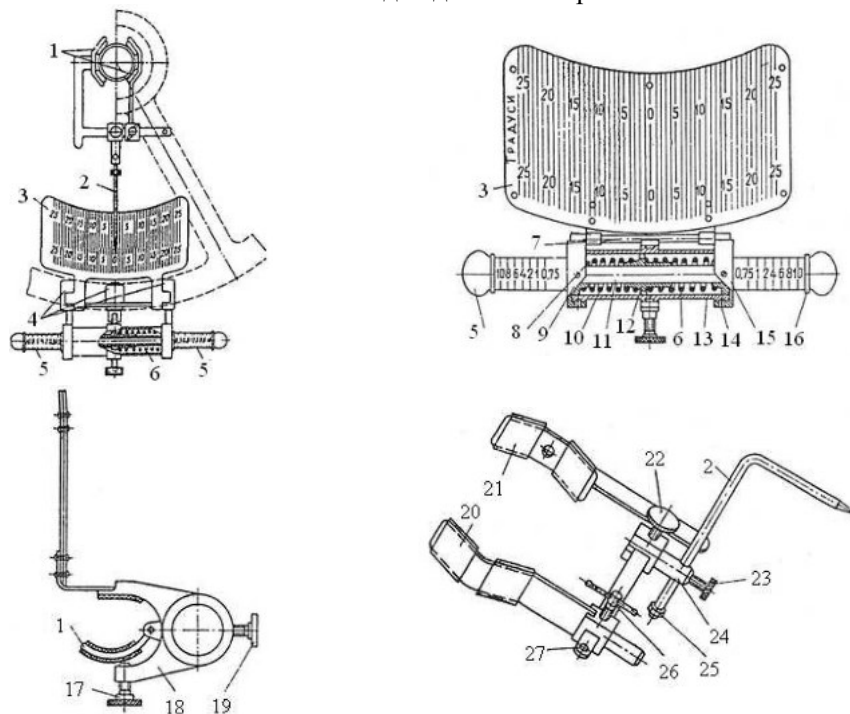


Рис. 5.13. Динамометр-люфтомер:

1 – захваты рулевой колонки; 2 – указательная стрелка; 3 – шкала люфтомера; 4 – зажимы крепления на рулевом колесе; 5 – динамометрическая рукоятка со шкалами усилий; 6, 10 – тарированные пружины динамометра (до 12 кг); 7 – стержень; 8 – упорная шайба; 9, 15 – кронштейны динамометра; 11 – ось; 12 – втулка; 13 – корпус динамометра; 14 – стопорный винт; 16 – фиксаторное кольцо; 17, 19, 22, 23, 26 – винты; 18 – хомут; 20 – подвижной захват; 21 – неподвижный захват; 24 – база; 25 – гайка; 27 – кронштейн стрелки

Контроль состояния рулевого управления может быть произведен серийно выпускаемыми люфтомерами К-402, К-487, ИСП-402. Приборы К-402 и К-487 состоят из пружинного динамометра, устанавливаемого на рулевом колесе, соединенной с ним шкалы для контроля угла поворота руля и стрелки, закрепляемой на рулевой колонке. Приборы позволяют измерять трение в рулевом управлении.

При диагностировании прибор К-402 крепят винтовыми зажимами на ободе рулевого колеса, стрелку-указатель – на рулевой колонке. Рулевое колесо поворачивают в обе стороны с усилием 10 Н через динамометр до выбора зазоров в рулевом управлении и рулевых тягах и определяют его свободный ход. Вместе с колесом поворачивается шкала люфтомера, неподвижная стрелка указывает угол поворота. Управляемые колеса при этом либо опираются на плавающие площадки, как предписывают стандарты, либо вывешены (тогда правое колесо зажато фиксатором). Определение углового перемещения коле-

са под действием силы в 10 Н, приложенной к ободу, необходимо для того, чтобы при измерении исключить неточность из-за упругих деформаций деталей.

Рулевое колесо надо поворачивать плавно, без рывков, в двух противоположных направлениях, наблюдая за положением стрелки люфтомера относительно шкалы. В момент достижения усилия на рулевом колесе 10 Н или начала поворота любого из управляемых колес должны быть зафиксированы углы поворота рулевого колеса. Фиксируется также максимальное усилие на рулевом колесе во всем диапазоне угла поворота управляемых колес. Допускается определять максимальное усилие на дорожно-транспортном средстве, движущемся со скоростью не более 10 км/ч.

Значение суммарного углового зазора в рулевом управлении определяют как сумму углов поворота в противоположных направлениях. Разность этих углов не должна превышать 20% большего из них.

Прибор К-402 измеряет люфт рулевого колеса в пределах 0-25° и силу трения в диапазонах 0-2 и 0-12 кгс. Прибор предназначен для диагностирования рулевого управления автомобилей, имеющих диаметр рулевого колеса 400-540 мм.

Суммарный люфт в рулевом управлении не должен превышать предельных значений, установленных изготовителем автомобиля и указанных в эксплуатационной документации.

При отсутствии данных, установленных изготовителем, суммарный люфт рулевого управления не должен превышать предельных значений (ГОСТ 25478-91):

- легковые автомобили и созданные на базе их агрегатов грузовые автомобили и автобусы	10°;
- автобусы	20°;
- грузовые автомобили	25°.

Кроме люфта рулевого колеса, необходимо проверить зазоры в подшипниках червяка рулевого колеса относительно колонки. Зазоры в зацеплении ролика и червяка рулевого механизма проверяют по продольному перемещению вала рулевой сошки при отъединенной рулевой тяге.

Чтобы проверить осевой зазор рулевого колеса, необходимо проверить состояние и регулировку рулевого механизма, зазор в карданных сочленениях и затяжку клиньев крепления карданного вала. Затем, взявшись за рулевое колесо двумя руками, попеременно перемещают его в осевом направлении вверх и вниз. При наличии осевого зазора подтягивают гайку (предварительно разогнув усики ее стопорной шайбы), а качество регулировки проверяют по моменту сопротивления вращению вала механизма рулевого колеса, отсоединенного от карданного вала рулевого управления. Допустимое сопротивление вращению должно быть 0,6-0,8 Н·м.

Крепления рулевой колонки проверяют по относительному перемещению сопряженных деталей и прямым опробованием затяжки гаек.

Прибор К-187 (рис. 5.14) обеспечивает оценку измеряемых усилий на рулевом колесе в диапазоне 0-8 кгс и суммарного люфта в диапазоне 0-15°. Суммарный люфт в рулевом управлении для легковых автомобилей не должен

превышать 10° . Все последние модели автомобилей изготавливаются с суммарным люфтом рулевого колеса не более 5° .

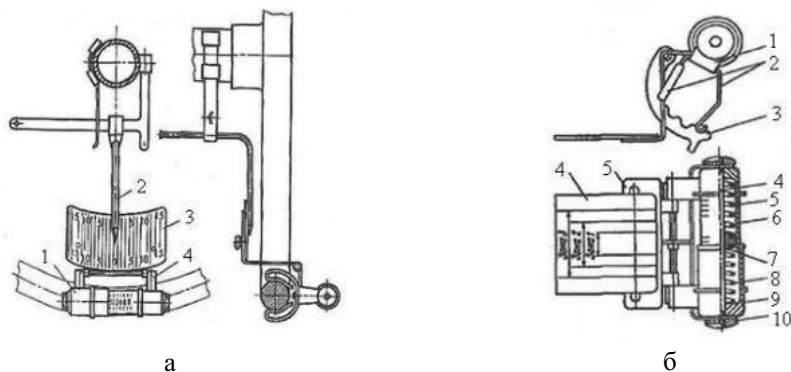


Рис. 5.14. Прибор К-187 для проверки рулевого управления:

- а: 1 – динамометр; 2 – стрелка, закрепляемая на рулевой колонке; 3 – шкала люфтомера;
4 – зажимы для крепления на рулевом колесе;
б: 1 – скоба; 2 – захват; 3 – зубчатый сектор; 4 – движок; 5 – основание; 6 – ось; 7 – пружина;
8 – стакан; 9 – промежуточная втулка; 10 – пружина

На автомобилях с гидравлическим усилителем рулевого управления усилие на обод колеса проверяют при отсоединенной рулевой тяге в трех положениях: после двух оборотов рулевого колеса (от среднего положения), в среднем положении и повторно в среднем, но после регулировки зацепления между сектором и рейкой.

Прибор ИСЛ-401 для контроля суммарного люфта рулевого управления. Измеряет угол поворота рулевого колеса до момента движения управляемых колес согласно требованиям ДСТУ 3649:2010. Прибор электронный, с цифровыми показаниями, состоит из измерительного блока с однострочным дисплеем и датчика момента движения с упорами в диск колеса. Передача данных осуществляется на персональный компьютер по RS-232 (табл. 5.6).

Таблица 5.6

Технические характеристики прибора ИСЛ-401

Контролируемые параметры	Диапазон измерения	Максимальная погрешность
Диапазон измерения угла поворота, град	0-40	$\pm 5\%$
Диапазон раздвижки захвата по рулевому колесу, мм	360-550	
Время проверки, с	90	
Расстояние между упорами датчика трогания, мм	405-580	
Электропитание, В	12-26	$\pm 10\%$

Исправная работа гидравлического усилителя рулевого управления зависит от уровня масла в баке и давления, развиваемого насосом во время работы двигателя. Эти показатели также проверяют.

5.4.4. Диагностирование гидравлического усилителя рулевого управления

Усилители рулевого управления имеют такие основные оценочные характеристики:

- показатель эффективности действия усилителя, определяемый по отношению усилия, прикладываемого к рулевому колесу при работе без усилителя и с усилителем;

- показатель чувствительности, определяемый усилием, которое необходимо приложить к рулевому колесу и минимальным углом поворота, вызывающим действие усилителя.

Угол поворота, при котором включается усилитель, определяется суммарным зазором в рулевом управлении и смещении при этом золотника распределителя. Этот угол находится в пределах $10-15^\circ$. Усилие на рулевом колесе, необходимое для включения усилителя, составляет 20-50 Н. Это усилие является показателем обратного включения усилителя, который характеризует нагрузку, передаваемую от колес через рулевой привод на распределительное устройство, необходимое для перемещения корпуса золотника, при котором усилитель может включаться.

Исправная работа гидравлического усилителя рулевого управления зависит от уровня масла в бачке и давления, развиваемого насосом во время работы двигателя.

Диагностирование насосов и клапанов гидросистемы осуществляют, в основном, по производительности и давлению. Проверяют предохранительные клапаны в такой последовательности: поворачивают рулевое колесо влево или вправо до отказа и устанавливают максимальную частоту коленчатого вала, поворачивая рукоятку устройства КИ-5473, доводят показания манометра до максимальной величины, соответствующей моменту срабатывания предохранительного клапана. Если давление срабатывания клапана отличается от допустимой величины, необходимо его отрегулировать.

Для контроля давления в гидросистеме, развиваемого насосом, используют прибор, состоящий из тройника с запорным вентилем и манометром (рис. 5.15).

В ходе проверки тройник устанавливают между насосом и шлангом высокого давления, идущего к золотнику. Температура масла должна быть в пределах $65-75^\circ\text{C}$. Пускают двигатель на частоте холостого хода и, открыв вентиль приспособления, поворачивают рулевое колесо до упора (чтобы был полностью открыт золотниковый механизм) в любую сторону, с усилием не менее 100 Н (10 кгс).

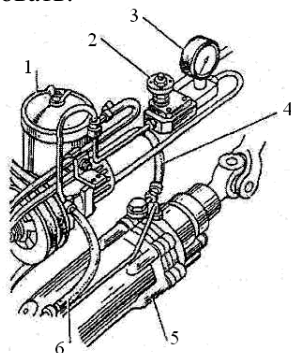


Рис. 5.15. Приспособление для проверки давления:

1 – насос гидроусилителя; 2 – вентиль приспособления; 3 – манометр; 4 – шланг низкого давления; 5 – рулевой механизм; 6 – шланг высокого давления

Давление масла должно быть не менее 6 МПа. При меньшем давлении вентиль следует закрыть, следя за показаниями манометра – давление должно повыситься до 6,5 МПа. В этом случае насос считается исправным, а рулевой механизм – нет. Если давление при закрытом вентиле повысится незначительно и не превысит 6 МПа, то неисправны и насос, и рулевой механизм.

У автомобилей КамАЗ в ходе проверки давление масла в гидросистеме, при частоте 600 мин^{-1} , должно быть не менее 7,5 МПа, а при закрытом вентиле насос должен развивать давление не ниже 8,5 МПа (нельзя держать вентиль закрытым более 15 с).

В крупных АТП используют более сложные конструкции, позволяющие определять с большей точностью целый ряд параметров работы системы гидроусилителя – это переносной прибор К-405 (для проверки гидроусилителя и гидронасоса), а также передвижной стенд К-465М для проверки рулевых управлений с гидроусилителем.

Приборы моделей К-405 и К-465М включают в себя ряд дополнительных приборов, благодаря чему проверку можно производить по следующим параметрам: развиваемому давлению и подаче насоса (при контролируемом электронным тахометром частоте вращения коленчатого вала двигателя); количеству перетекаемого масла в усилителе; моменту начала и полного открытия золотника усилителя (по углу поворота колес); температуре масла в системе.

Прибор К-405 состоит из гидравлического блока и электроимпульсного тахометра. В гидравлический блок входят манометр, дистанционный термометр, объемный расходомер, нагрузочный клапан, реверсивный золотник и демпфер для гашения колебаний давления в жидкости. Электронно-импульсный тахометр служит для измерения частоты вращения вала насоса гидроусилителя (сигнал, пропорциональный частоте вращения вала насоса гидроусилителя, снимается с контактов прерывателя диагностируемого автомобиля). Прибор обеспечивает измерение давления в диапазоне 0-10 МПа, температуры 0-120 °С, объема рабочей жидкости 0-10 л, углового перемещения -45...0...+45°.

При необходимости в бачок следует залить через воронку с двойной сеткой и фильтр в горловине крышки бачка насоса чистое отфильтрованное масло. Доливать масло и бачок следует при работающем двигателе до метки указателя уровня. Фильтры насоса гидроусилителя надо промывать в растворителе.

Стуки в рулевом механизме разных автомобилей появляются при разрушении рабочих поверхностей червяка или ролика, а также при увеличенном зазоре в зубчатом зацеплении. Повышенный уровень шума при работе насоса гидроусилителя обусловлен слабым натяжением ремня его привода, понижением уровня масла в бачке, попаданием воздуха в гидросистему, засорением или повреждением фильтра, деформацией коллектора или разрушением его прокладки.

На автомобилях раннего выпуска сошка должна иметь возможность поворота на угол 45° от среднего положения, а беззазорное зацепление червяка с

роликом должно быть в пределах поворота червяка на угол не менее 60° . Момент вращения рулевого вала при этом не должен превышать 80-100 Н·см.

В табл. 5.7 приведены типовые неисправности и методы диагностирования гидравлических систем рулевого управления. Устранение типовых неисправностей описано в подразделе 5.2, методы диагностирования гидросистем - в разделе 10.

Конструкция реечного механизма управления с гидравлическим усилителем представлена на рис. 5.16. Механизм рулевого управления состоит из рулевого колеса, рулевой колонки, реечной передачи, поперечных рулевых тяг и усилителя. Рулевое колесо крепится к рулевой колонке, которая передает усилие на механизм рулевого управления. Реечная передача передаст момент соответственно повороту рулевого колеса вправо или влево. Поперечные рулевые тяги, соединенные с приводом реечной передачи, передают усилия на колеса.

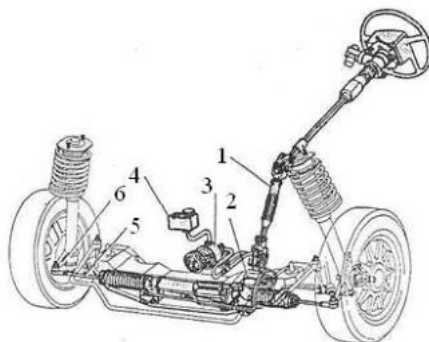


Рис. 5.16. Детали механизма рулевого управления с гидравлическим усилителем (автомобиль с левым расположением руля):

1 – промежуточный вал; 2 – рулевая передача; 3 – насос; 4 – бачок с рабочей жидкостью; 5 – поперечная рулевая тяга; 6 – маятниковый рычаг

Таблица 5.7

Диагностирование гидравлической системы рулевого управления

Неисправность	Методы диагностирования
Превышение допустимой температуры	Можно обнаружить с помощью специальных красок, термощупов; стетоскопов, если возникли шумы при увеличении зазоров
Снижение давления и подачи рабочей жидкости	Статопараметрический метод измерения давления и расхода жидкости, скорость нарастания давления
Утечки жидкости в гидрораспределителях, клапанах и других элементах	Виброакустический метод контроля внутренней герметичности гидросистемы. Метод определения скорости нарастания давления на исполнительном элементе. Время сохранения установленного давления
Подтекание жидкости из трубопроводов и соединений	Визуальная оценка пятен рабочей жидкости без каплепадения и с каплепадением, контроль плотности закрытия сливных и заливных пробок
Перебои в работе гидроусилителя	Визуальный и приборный контроль натяжения ремня привода насоса, контроль уровня масла в бачке насоса, наличия воздуха в гидросистеме, загрязнения масла, зависания перепускного клапана, засорения фильтра

У большинства гидравлических усилителей рулевого управления автомобилей зарубежного производства вне зависимости от скорости движения автомобиля коэффициент усиления гидропривода остается постоянным. Однако все большее число поступающих на рынок автомобилей сегодня оснащается системами с переменным коэффициентом усилия, т. е. степень усилия изменяется в зависимости от угла поворота и скорости движения автомобиля. Это обеспечивает точную и быструю реакцию при движении автомобиля на поворотах и требуемое усилие при маневрировании автомобиля с малой скоростью.

Одним из путей решения этих недостатков является применение рейки рулевого механизма с переменным отношением зубчатого зацепления. Для этого по длине рейки изменяется шаг и диаметр делительной окружности зубьев, а на зубчатом колесе шаг зубьев остается постоянным. Когда колеса автомобиля установлены для движения в прямом направлении, передаточное число рулевого механизма равно единице и коэффициент усилия имеет наименьшее значение, но по мере приближения рулевого колеса к крайнему положению передаточное число возрастает и усилие, необходимое для поворачивания колес, уменьшается.

При такой конструкции рулевого управления используется компьютер, в который поступает информация от спидометра автомобиля. Работа системы зависит не только от частоты вращения коленчатого вала, но и от скорости движения автомобиля. Микропроцессор анализирует поступающие от датчика сигналы и определяет требуемое значение коэффициента усилия на каждый момент времени, который устанавливается с помощью электрогидравлического преобразователя.

5.4.5. Контроль технического состояния элементов рулевых тяг и шарниров

Для визуального наблюдения источников повышенного люфта в рулевом управлении используют специальные стенды с поворачивающимися площадками, на которые устанавливают передние колеса автомобиля. Под действием привода площадка поворачивается вправо и влево, а диагност, находящийся под автомобилем, наблюдает, в сопряжениях каких элементов обнаруживается люфт.

При отсутствии стенда автомобиль устанавливают на эстакаду или смотровую канаву. Зазоры в шарнирных соединениях рулевых тяг проверяют по относительному перемещению шаровых пальцев и наконечников, головок тяг при резком поворачивании рулевого колеса в обе стороны и покачиванием автомобиля в поперечном и продольном направлении. Значительное перемещение при этом продольной рулевой тяги относительно пальцев указывает на необходимость устранения зазора в шарнирных соединениях тяг. Для этого следует расшплинтовать регулировочную пробку в торце тяги, завернуть пробку специальной лопаткой до отказа и отвернуть так, чтобы прорезь в пробке совпала с отверстием для шплинта, после чего зашплинтовать. Таким же образом устраняют зазор и в другом шарнирном соединении тяги. На автомобилях с классической схемой компоновки проверяют крепление и зазор маятникового рычага, крепление картера рулевого механизма по его перемещению.

На переднеприводных автомобилях проверяют изнашивание резинометаллических шарниров соединений рулевых тяг с рейкой рулевого механизма, крепления упругой муфты, а также состояние защитных чехлов редуктора рулевого механизма.

Для определения люфтов в шарнирах рулевых тяг нужно приложить пальцы руки к головке тяги и к головке рычага. Шарниры с люфтом необходимо заменить или отремонтировать.

На автомобилях ГАЗ-3102 «Волга» степень изношенности шаровых шарниров рулевых тяг, которые имеют резьбовые пробки, определяют согласно рис. 5.17.

В зависимости от типа автомобиля (переднеприводные, заднеприводные или с приводом на четыре колеса) конструкция поворотных кулаков и наконечников рулевых тяг отличается (рис. 5.18), но большинство их соединений имеют в себе пружину, которая поднимает вкладыш и компенсирует износ, как показано на рис. 5.18 (а) и 5.19.

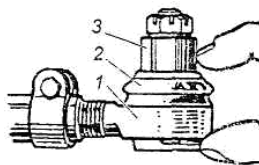
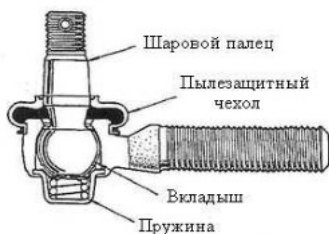


Рис. 5.17. Проверка зазоров шарниров рулевых тяг на автомобилях классической компоновки:

1 – наконечник рулевой тяги; 2 – защитный чехол; 3 – рычаг



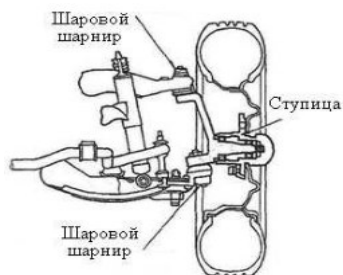
а



б



в



г

Рис. 5.18. Шаровые шарниры автомобилей «Тойота»:

а – пальцев; б – поворотных кулаков; в – рычага поворотного кулака; г – общий вид

При полном заворачивании резьбовой пробки до упора размер А должен быть для годного шарнира не более 5 мм. При размере А более 5 мм необходимо вывернуть заглушку, вынуть пружину, опорную тягу и проверить размер В от малой сферы пальца до торца корпуса. Если этот размер превышает или равен 16 мм, шарнир следует заменить новым, если размер В не превышает 16 мм, надо промыть детали, заложить свежую смазку и собрать шарнир.

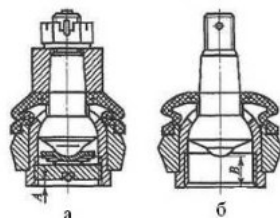


Рис. 5.19. Предварительная проверка шарнира на износ (а) и измерение износа (б)

При большом износе, если не удастся устранить зазор, заменяют шаровой палец сочленения или всю тягу в сборе. Неразборные шарниры привода рулевого механизма на легковых автомобилях регулировке не подлежат, поэтому при изнашивании и возникновении зазора их заменяют.

Для проверки зазора в зацеплении рабочей пары рулевого механизма вывертывают пробку шарнирного соединения продольной тяги и снимают тягу с шарового пальца рулевой сошки при положении передних колес, соответствующем прямолинейному движению автомобиля, затем замеряют усилие, необходимое для вращения рулевого колеса.

Если в рулевом приводе неисправностей не обнаружено, а свободный ход рулевого колеса больше нормы, необходимо произвести регулировку зацепления рулевого механизма. В автомобилях раннего выпуска регулировку зацепления ролика с червяком осуществляют в такой последовательности: отвернув контргайку 4 (рис. 5.20) регулировочной втулки 5 (рис. 5.20, а) или регулировочного винта 16 (рис. 5.20, б) и несколько ввернув регулировочную втулку (винт), завернуть контргайку и вновь проверить люфт рулевого колеса. Если люфт окажется в норме, проверить усилие, необходимое для поворота рулевого колеса. Если оно превышает 200 Н, надо несколько ослабить втулку 5 или винт 16.

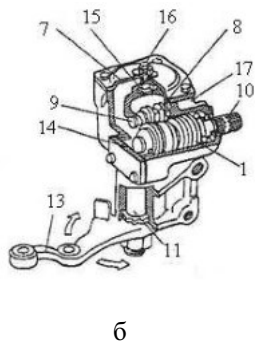
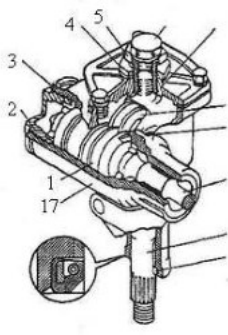


Рис. 5.20. Редуктор рулевого механизма:

На рис. 5.20 приняты следующие обозначения: 1 – червяк; 2 – регулировочная гайка; 3, 4 – контргайки; 5 – регулировочная втулка; 6 – пробка масло-

заливного отверстия; 7 – крышка картера; 8 – ролик; 9 – ось ролика; 10 – рулевой вал; 11 – вал рулевой сошки; 12 – сальник; 13 – рулевая сошка; 14 – регулировочные прокладки; 15 – прокладка регулировочного винта; 16 – регулировочный винт; 17 – картер.

Зазор в подшипниках червяка рулевого вала (рис. 5.21) регулируют подбором регулировочных прокладок или регулировочной гайкой, которая вначале затягивается до отказа, затем отпускается до свободного вращения рулевого вала без появления осевого люфта и затягивается стопорной гайкой. Боковой зазор в зацеплении червяка с роликом регулируют с помощью регулировочного винта (или втулки), связанного с валом сошки.

Регулировка зазора в зацеплении «шестерня-рейка» в некоторых автомобилях осуществляется путем поджатия рейки к шестерне. Необходимо затянуть гайку упора с моментом 11-13 Н·м до беззазорного состояния упора и рейки и затем отпустить гайку упора на два деления (24°), чтобы обеспечить зазор до 0,12 мм между гайкой и упором рейки, необходимый для компенсации теплового расширения и неточности изготовления деталей.

При сборке реечного рулевого механизма автомобилей ВАЗ-2108, -09 необходимо обеспечить установку приводной шестерни в положение прямолинейного движения автомобиля, что определяется размером ($87 \pm 0,25$) мм (рис. 5.21). При установке пыльника обеспечить, чтобы метки А и В на картере и пыльнике совпадали. Момент вращения шестерни в области всего хода должен составлять 60-170 Н·см при ее частоте вращения 30 мин^{-1} .

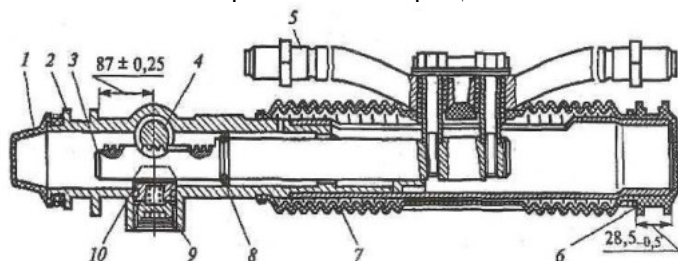


Рис. 5.21. Установка рулевого механизма автомобилей ВАЗ-2108, -2109:

1 – защитный колпачок; 2 – картер рулевого механизма; 3 – рейка; 4 – приводная шестерня; 5 – рулевая тяга; 6 – опора рулевого механизма; 7 – защитный чехол; 8 – упорное кольцо рейки; 9 – гайка; 10 – упор рейки

При сборке рулевого механизма (рис. 5.20) необходимо выдержать размер 203 мм от правого торца рулевого механизма. Регулировочным винтом необходимо добиться того, чтобы момент вращения шестерни в диапазоне всего хода рейки лежал в пределах 0,6-1,7 Н·см при ее частоте вращения 30 мин^{-1} .

В автомобилях с гидроусилителем рулевого механизма зазор рулевого механизма определяют только при работающем на малых частотах оборотов двигателя на режиме холостого хода.

В автомобилях с рулевыми механизмами, оборудованных карданом, проверяют затяжку и при необходимости затягивают клинья карданного вала ру-

левого механизма, проверяют и при необходимости регулируют натяжение приводных ремней насоса гидроусилителя рулевого механизма.

Рулевые механизмы, устанавливаемые на автомобилях МАЗ-500А и МАЗ-5335, относятся к типу «винт-гайка». Натяг в подшипниках данных механизмов в автомобиле МАЗ-500А регулируют изменением числа прокладок под крышкой корпуса, а в автомобиле МАЗ-5335 – с помощью гайки, которая контрится штифтом и стопорной пластиной.

На автомобилях МАЗ-500А, МАЗ-5335 и КрАЗ-257 для уменьшения свободного хода винта рулевого механизма следует ослабить контргайку регулировочного винта сектора и вращать его по ходу часовой стрелки до тех пор, пока зазор в зацеплении будет полностью устранен. С помощью динамометрического ключа определяют момент проворачивания винта рулевого механизма, он должен быть 13-25 Н·м. Свободный ход при этом не должен превышать 6 мм при нахождении неподвижной сошки в среднем положении.

Износ в шкворневом соединении контролируют по радиальному и осевому зазорам. Радиальный зазор измеряют в момент перемещения поворотной цапфы по отношению к шкворню во время подъема и опускания подъемником (домкратом) передней оси, а осевой – плоским щупом, который вставляют между верхним ушком поворотной цапфы и кулаком передней оси. Допустимое значение радиального зазора не превышает 0,75 мм, осевого – 1,5 мм. Радиальные и осевые зазоры в шкворневом соединении грузовых автомобилей и их регулировку проверяют с помощью прибора КИ-4892 или Т-1 (рис. 5.22). Измеряют эти зазоры без разборки соединений на автомобиле в описанном далее порядке.

На рис. 5.22 обозначены: 1 – стойка; 2 – штанга; 3 – соединительная муфта; 4 – рукоятка зажима шарнира; 5 – индикатор; 6 – винт зажима индикатора; 7, 8 – губки зажима для закрепления устройства на балке передней оси автомобиля; 9 – рукоятка зажима; 10 – тормозной диск; 11 – балка передней оси автомобиля.

Порядок измерения радиальных и осевых зазоров в шкворневом соединении грузовых автомобилей:

- вывешивают колесо, шкворневое соединение которого измеряют, и очищают нижнюю часть тормозного диска, в нее должен упираться измерительный стержень индикатора;
- закрепляют прибор прижимным винтом к нижней полке балки переднего моста;
- с помощью стойки 1, штанги 2 и зажима 4 установить индикатор таким образом, чтобы ножка индикатора расположилась горизонтально и соприкасалась с нижней частью опорного тормозного диска с некоторым натягом. Стрелка малой шкалы индикатора должна остановиться против делений 4 или 5 мм;

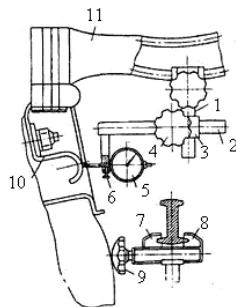


**Рис. 5.22. Прибор КИ-4892
для проверки зазоров в шкворневом
соединении**

- основную шкалу индикатора установить нулевым делением против конца стрелки;
- колесо медленно опустить на пол и по делению шкалы, против которого остановится стрелка индикатора, уменьшенному вдвое, определить радиальный зазор.

Осовой зазор можно определить без вывешивания колеса, вставляя щуп между бобышкой балки и верхней проушиной поворотной цапфы. Если зазор от 0,15 до 1 мм, его устраняют постановкой прокладок, если зазор более 1 мм, необходимо заменить опорный подшипник. При радиальном зазоре более 0,75 мм заменяют шкворни и втулки. Зазор шкворня в балке оси должен быть не более 0,25 мм.

Зазор между кольцом подшипника и его гнездом в ступице, а также степень затягивания подшипника ступицы определяют пошатыванием колес в поперечном направлении после устранения люфта в шкворневом соединении. Если колесо поворачивается туго и тормозные колодки не заедают или если во время пошатывания колеса ощущается зазор, то следует отрегулировать затяжку подшипника ступицы. зазор регулируют, затягивая гайку подшипника ступицы до начала затрудненного поворачивания колеса в вывешенном состоянии, а потом отпускают до совмещения штифта с отверстием в замковой шайбе. Правильно отрегулированное колесо должно легко вращаться от усилия руки. Осовой зазор в подшипниках ступиц колес не допускается. Для контроля зазоров механизма рулевого управления применяются современные **электронные приборы** К-52612.40012.20012000 и К-5243.6003.5003.400.

Контроль шаровых соединений вибрационными методами можно осуществлять по их вибрационным характеристикам – по амплитуде относительного перемещения шаровых пальцев в зоне резонанса.

Предельные значения увеличения вибрационного диагностического параметра (ΔL_{II}) над исходным (L_{II}) для ресурсных элементов шарнирных соединений рулевого управления при контроле вибрации на резонансной частоте составляет

$$\Delta L_{II} = \frac{\delta_{II}}{\delta_I} = K \frac{L_{II}}{L_I} = 20...30 \text{ раз; } \Delta L_{II} = \frac{L_{II}}{L_I} = 20 \lg(20...30) = 26...30 \text{ дБ,}$$

где δ_I , L_I – исходные значения зазора и вибрации соответственно; δ_{II} , L_{II} – предельные значения зазора и вибрации шарнира соответственно; K – коэффициент усиления вибрации на резонансной частоте в 2-3 раза.

Резонансная частота шарнирных соединений рулевого управления автомобилей ГАЗ-3102 и ГАЗ-3110 находится в диапазоне 200-210 Гц, предельный износ $\delta_{II}=2,0...2,2$ мм. На достоверность определения предельных значений виброускорений (или амплитуды) оказывает влияние жесткость пружины вибратора, сила сухого трения и коэффициент неупругого сопротивления.

Контрольные вопросы

1. Какие существуют типы рулевого управления?
2. Какие бывают типы рулевых механизмов и рулевых приводов?

3. Объясните работу ЭБУ в рулевом управлении.
4. Какой принцип работы электрогидравлического усилителя рулевого управления?
5. Приведите основные электрические компоненты рулевого управления.
6. Какие типовые неисправности механической системы рулевого управления?
7. Приведите типовые неисправности гидравлического привода рулевого управления.
8. Какие диагностические параметры разных конструкций рулевого управления?
9. Приведите перечень признаков обязательного контроля при оценке технического состояния рулевого управления.
10. Какие методы и средства применяются для контроля зазоров и креплений механизмов рулевого управления?
11. Какие методы и средства используют для диагностирования гидравлического усилителя?
12. Какие методы и средства применяются для контроля рулевых тяг и шарниров?
13. Какие существуют методы и средства проверки зазоров в шкворневом соединении?

6. СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ХОДОВОЙ ЧАСТИ

6.1. Неисправности ходовой части и их причины

Конструктивные, технологические и эксплуатационные факторы, влияющие на усталостные повреждения и ресурс шин, приведены на рис. 6.1.

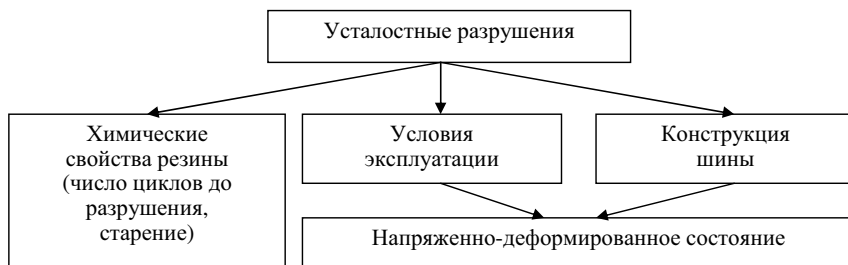


Рис. 6.1. Факторы, определяющие появление неисправностей

6.1.1. Виды повреждений и износа шин

1. Виды износа шин: микрорезание, пластическое оттеснение, усталостный износ, адгезионный отрыв, окислительный износ.

2. Факторы, влияющие на ускорение износа:

- увеличение боковой силы;
- увеличение радиальной нагрузки;
- увеличение давления или снижение давления наполнителя в шинах относительно нормы;
- влияние скорости движения автомобиля;
- влияние температуры окружающей среды.

3. Характер повреждений шин:

- износ шин «на конус»;
- износ шин из-за смещения мостов;
- «пилообразный» износ;
- волнообразный износ;
- износ шин из-за повышения или уменьшения давления наполнителя в шинах относительно нормы:
 - износ центральной части протектора из-за повышенного давления наполнителя в шинах;
 - износ внутренних и наружных краев протектора из-за пониженного давления наполнителя в шинах или нарушения работы виброизоляторов;
 - неравномерный износ протектора из-за нарушения балансировки колес, бокового биения диска или шины (повреждения), работы виброизоляторов;
 - пятнистый износ;
 - чешуйчатый износ протектора из-за нарушения установки схождения колес;

- повреждения протектора:
 - проколы;
 - сквозные порезы;
 - отрыв части протектора;
 - отслоение резины на боковинах шины;
 - повреждение поверхностного слоя боковины шины;
 - кольцевой порез боковины шины по окружности;
 - повреждение боковины шины и каркаса;
 - микротрещины на боковинах шин;
- повреждение каркаса шин:
 - разрыв каркаса;
 - повреждение слоев каркаса;
 - разрыв поверхностных слоев каркаса;
 - расслоение каркаса;
 - появление полостей между слоями каркаса;
- повреждение борта шины:
 - под действием высокой температуры;
 - разрыв борта шины;
 - повреждение борта из-за использования диска несоответствующего размера;
 - повреждение борта о закраину диска;
 - повреждение борта при монтаже или демонтаже шины.

На грузовых автомобилях и автобусах 60-70% шин снимается с эксплуатации из-за преждевременного разрушения каркаса, что не позволяет использовать шины для наложения нового протектора. В большинстве случаев такие повреждения являются следствием неаккуратного вождения автомобиля, низкого давления воздуха в шинах, плохого состояния дорог. Примерно 30% шин снимается из-за повреждения боковин, 20% - из-за повреждения протектора, остальные причины: отрыв борта – 15%, расслоение каркаса и брекера – 12%, изнашивание до нитей корда – 10%, брак заводов-изготовителей и т. п. В шинах, снятых из-за изнашивания протектора, также бывает недоиспользование ресурса. Только 25% шин имеет равномерный износ протектора, а преобладает одностороннее изнашивание (более 40%).

6.1.2. Причины ускорения процесса изнашивания шин

Ускорение процессов износа шин непосредственно зависит от технического состояния рулевого управления, подвески, тормозной системы и условий эксплуатации.

Техническое состояние ходовой части и организационно-технологические факторы эксплуатации автомобиля, влияющие на ускорение износа и снижение ресурса шин, приведены на рис. 6.1, 6.2.

Причинами ускоренного износа шин могут быть:

- длительная езда на большой скорости;

- плохая манера вождения: частые и необоснованные резкие разгоны и торможения, резкие повороты (например, при обгоне), преодоление поворотов на большой скорости;
- эксплуатация шин при высокой температуре;
- эксплуатация шин в гористой местности с крутыми подъемами и спусками, а также большим количеством крутых поворотов;
- перегруз шин;

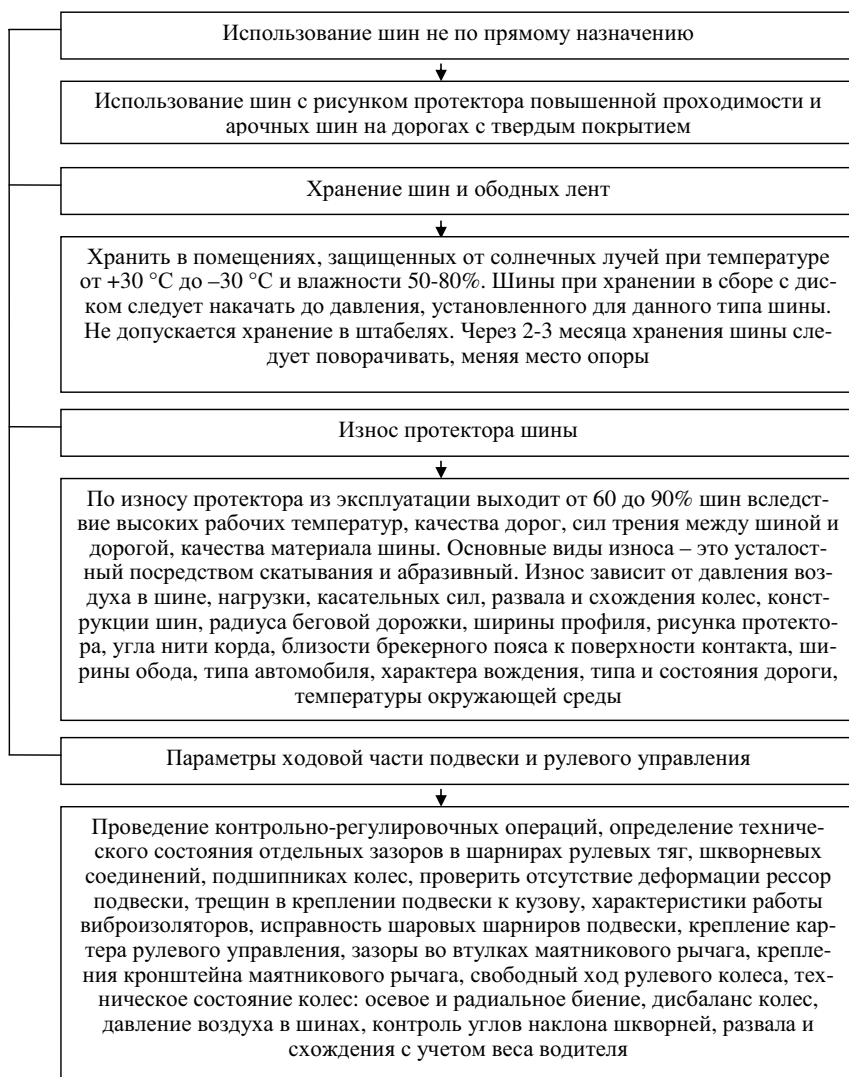


Рис. 6.2. Источники и причины, ускоряющие износ шин

- неполное растормаживание тормозного механизма колеса;

- значительная разница давлений наполнителя в шинах (особенно спаренных колес);

- значительная разница в износе шин колес;
- неправильный подбор покрышек;
- повышенный дисбаланс передних колес;
- нарушение параллельности осей переднего и заднего мостов;
- деформация лонжерона рамы;
- самовозбуждающееся угловое колебание передних колес;
- ослабление крепления поворотного кулака или его деформация.

Ускорение износа при перегрузках шины. Шину одного из колес автомобиля можно перегрузить даже в том случае, когда автомобиль в целом не перегружен, Это бывает в таких случаях:

- груз расположен несимметрично;
- сдвоенные задние колеса шины имеют различный статический радиус (различная степень износа протектора, разные рисунки протектора и др.);
- на сдвоенных колесах установлены одна шина типа Р, а вторая – с диагональным расположением нитей корда;
- шины на сдвоенных колесах накачаны так, что давление воздуха в них разное и разность больше, чем 0,04 МПа. В этом случае шина с большим давлением нагружена больше.

Если дорога профилирована так, что имеет большую кривизну (выпуклость) в поперечном сечении, то шины внутренних колес (на мостах со сдвоенными колесами) нагружены больше, чем шины наружных колес.

Причины повышенного нагрева диска колеса:

- перетяжки или разрушение подшипников ступицы;
- недостаток смазочного материала (при утечке через поврежденную уплотнительную манжету или несвоевременное техническое обслуживание);
- неисправность тормозного механизма (при заклинивании тормозных цилиндров).

При разрушении подшипников нагрев обычно сопровождается скребущими звуками.

Причины вибрации самовозбуждения угловых колебаний передних колес при движении вызываются следующими неисправностями:

- деформация дисков колес, шин;
- нарушение балансировки колес;
- погнутость дисков;
- давление воздуха в шинах не соответствует норме;
- недопустимые зазоры в подшипниках ступиц колес;
- не работают виброизоляторы (амортизаторы);
- ослабление крепления поворотного кулака или его деформация;
- нарушение углов установки передних колес;
- износ резино-металлических шарниров (сайлентблоков) рычагов подвески;
- разрыв нитей металлокорда шин;
- износ шаровых опор.

При разрыве нитей металлокорда шин вибрация сильнее при движении автомобиля на небольшой скорости (влияние передней или задней части кузова).

Причины повышенного износа внутренней или наружной части протектора:

- недостаточное давление воздуха в шинах (износ обоих краев);
- нарушена регулировка углов установки передних колес;
- изношены компоненты рулевого привода или подвески, либо их шаровые опоры и/или резино-металлические втулки;
- не снижается скорость на поворотах;
- наличие механического нарушения геометрии подвески (в результате повреждений).

Причины увода автомобиля от прямолинейного движения:

- разное давление воздуха в шинах;
- нарушение углов установки передних колес;
- неправильный зазор в подшипниках передних колес;
- деформация поворотного кулака или рычагов подвески;
- неодинаковая упругость пружин подвески;
- неполное растормаживание тормозного механизма колеса;
- значительная разница в износе колес;
- повышенный дисбаланс передних колес;
- нарушение параллельности осей переднего и заднего мостов;
- деформация лонжерона рамы.

Причины вертикальных колебаний передних колес (жесткие удары):

- большой дисбаланс колес;
- ослабление пружин подвески;
- не работают виброизоляторы (амортизаторы);
- не работает стабилизатор поперечной устойчивости.

Основные неисправности переднего (не ведущего) моста:

- нарушение углов установки колес;
- неправильная регулировка подшипников ступиц колес;
- погнутость балки, поворотных рычагов;
- изнашивание посадочного места под шкворень, самих шкворней и их втулок, посадочных мест под подшипники поворотных цапф.

Давление в шине является наиболее значимым эксплуатационным параметром. При снижении давления боковины шины испытывают большую нагрузку, что вызывает их деформацию. Увеличивается расход топлива (до 15%), возрастают усталостные напряжения в каркасе, рвутся нити (особенно металлокорда), значительно повышается температура. У радиальных шин наблюдаются случаи кольцевого излома в зоне посадки шины на диск. Быстрее изнашивается протектор, в частности по краям беговой дорожки протектора (радиальные низкопрофильные шины такому виду изнашивания подвержены в меньшей степени). На хороших дорогах эксплуатация шин с давлением, величина которого находится в интервале допустимых для данной модели максимальных значений, наиболее рациональна, но снижается комфортность при этом из-за увеличения жесткости шины.

Основными параметрами, характеризующими поворачиваемость автомобиля, являются углы увода передних и задних колес и соотношение между ними. Показателями поворачиваемости служат критическая скорость автомобиля по уводу и коэффициент поворачиваемости.

Управление автомобилем с излишней поворачиваемостью затруднено, и такой автомобиль менее безопасен, чем автомобиль с недостаточной поворачиваемостью. Автомобили с недостаточной поворачиваемостью устойчивы при прямолинейном движении, при действии боковой силы располагают резервом «подруливания» на поворотах и не имеют критической скорости по уводу. Чем больше недостаточная поворачиваемость автомобиля, тем меньше утомляется водитель.

Чрезмерно большая поворачиваемость автомобиля затрудняет работу водителя, так как для изменения направления движения требуется большая сила. Обеспечить нейтральную поворачиваемость автомобиля очень сложно. В связи с этим стремятся делать автомобили с недостаточной поворачиваемостью.

Недостаточная поворачиваемость достигается уменьшением давления воздуха в шинах передних колес по сравнению с задними, вследствие чего снижается их сопротивление уводу и увеличивается угол увода; расположением центра тяжести автомобиля ближе к оси передних колес, что увеличивает действие центробежной силы на передние колеса и угол увода передних колес; разной конструкцией подвески колес автомобиля: передняя независимая, а задняя зависимая; применением переднего привода.

Несмотря на высокую эластичность, резина обладает достаточной деформацией. Чем выше нагрузка и чем дольше воздействие на резину, тем больше остаточная деформация. Поэтому покрышки следует хранить на специальных стеллажах, поставленными на ребро, и через каждые два-три месяца переворачивать, меняя точку опоры. С этой же целью колеса автомобиля, поставленного на длительную стоянку, должны вывешиваться.

Воздействие некоторых химических веществ также сокращает срок службы резиновых изделий. При воздействии нефтепродуктов и таких жидкостей, как эфир, бензол, скипидар резина набухает, снижается ее прочность и эластичность.

Нежелателен контакт резины и с окислами, которые приводят к ее уплотнению и потере эластичности.

При длительном хранении под воздействием кислорода, содержащегося в воздухе, происходит старение резины. Она покрывается коркой, которая легко снимается при деформации изделий, вследствие чего образуется сеть сначала мелких, а затем глубоких трещин. В результате старения резина также теряет эластичность, увеличивается ее истираемость.

6.2. Диагностические параметры

К основным контрольно-диагностическим и регулировочным работам, которые выполняются во время ТО ходовой части, относятся контроль состояния шин и доведение до нормы давления воздуха в них, контроль и регулировка углов установки передних колес, проверка затяжки подшипников ступиц

колес и зазоров в шкворневых соединениях передней подвески, контроль состояния рамы и подвески. Контроль углов установки управляемых колес состоит в измерении схождения колес, угла развала и углов поперечного и продольного наклона шкворней. При этом необходимо помнить следующее:

- развал колес считается положительным, если колеса наклонены (верхней частью) наружу, и отрицательным, если они наклонены внутрь;
- продольный наклон стойки считается положительным, когда ее нижний конец наклонен вперед, и отрицательным при отклонении назад;
- схождение колес считается положительным, если размер между боковыми поверхностями шин спереди меньше, чем сзади.

Основными диагностическими признаками неисправностей ходовой части автомобилей являются:

- углы установки колес;
- повышенный нагрев дисков колес, вибрация автомобиля при движении;
- вертикальные колебания передних колес (жесткие удары);
- дисбаланс колес;
- повышенное и неравномерное изнашивание шин.

Диагностические признаки и возможные неисправности ходовой части представлены в табл. 6.1.

Таблица 6.1

**Диагностические признаки неисправностей узлов
ходовой части автомобилей**

Диагностический признак	Возможная неисправность
Пятнистый износ шин передних колес	Неудовлетворительная работа виброизоляторов. Ослаблены резьбовые соединения переднего моста. Большой отрицательный продольный угол наклона шкворня. Большой дисбаланс управляемых колес. Большой зазор в подшипниках. Биение тормозного барабана. Большое радиальное или осевое биение шин. Большой износ резиновых втулок. Большое положительное или отрицательное схождение управляемых колес
Износ центральной части протектора	Эксплуатация шины при повышенном давлении воздуха
Износ плечевых зон протектора	Эксплуатация шины с пониженным давлением воздуха. Неправильно работает рулевая трапеция
Конусный износ шин управляемых колес	Большой развал колес при увеличенном схождении
Ускоренный износ шин передних колес	Большое схождение управляемых колес
Износ шин задних колес в правых плечевых зонах протекторов	Задний мост повернут по часовой стрелке

Продолжение табл. 6.1

Диагностический признак	Возможная неисправность
Износ шин задних колес в левых плечевых зонах протекторов	Задний мост повернут против часовой стрелки
Износ внутренних плечевых зон протектора шин заднего моста	Балка заднего моста деформирована так, что колеса имеют большой отрицательный развал
Износ наружных плечевых зон протектора шин заднего моста	Балка заднего моста деформирована так, что колеса имеют большой положительный развал
Износ шин задних колес равномерный, но они изнашиваются быстрее, чем шины передних колес	Балка заднего моста деформирована так, что имеется схождение задних колес
След от задних и передних колес не совпадает	Задний мост смещен
Автомобиль на большой скорости уводит	Задний мост смещен
Автомобиль уводит вправо или влево	Различный угол продольного наклона шкворня на правом и левом колесах. Различный развал правого и левого колеса. Поломка одного из нескольких листов рессоры с той стороны, куда наклонен кузов автомобиля. Остаточная деформация рессор или пружин

Диагностические параметры ходовой части для отдельных объектов диагностирования приведены на рис. 6.3.

Контроль приведенных параметров проводится в статике без учета фактической связи параметров между собой в процессе движения автомобиля. Поэтому до проведения диагностирования ходовой части автомобиля необходимо выполнить общее диагностирование переднего моста автомобиля в динамике по интегральному параметру.

Таким интегральным параметром является боковая сила, действующая в области контакта колеса автомобиля с дорогой (стендом). Боковая сила главным образом зависит от схождения колес. Влияние развала колес на величину этой силы незначительно, причем по мере увеличения схождения колес это влияние уменьшается. Статическая боковая сила тесно коррелируется с расходом топлива и изнашиванием шин. Результаты применения этого интегрального параметра для регулирования схождения (в динамике) колес грузовых автомобилей с помощью стенда: износ шин и расход топлива снижаются на 3-5%

Угол развала колес α_p влияет на скорость изнашивания шин (рис. 6.4). Возникает гладкое одностороннее изнашивание. Значительные отклонения угла развала колес, характерные для автомобилей с неразъемной передней балкой, требуют обязательной их корректировки, в противном случае будет большой износ шин.

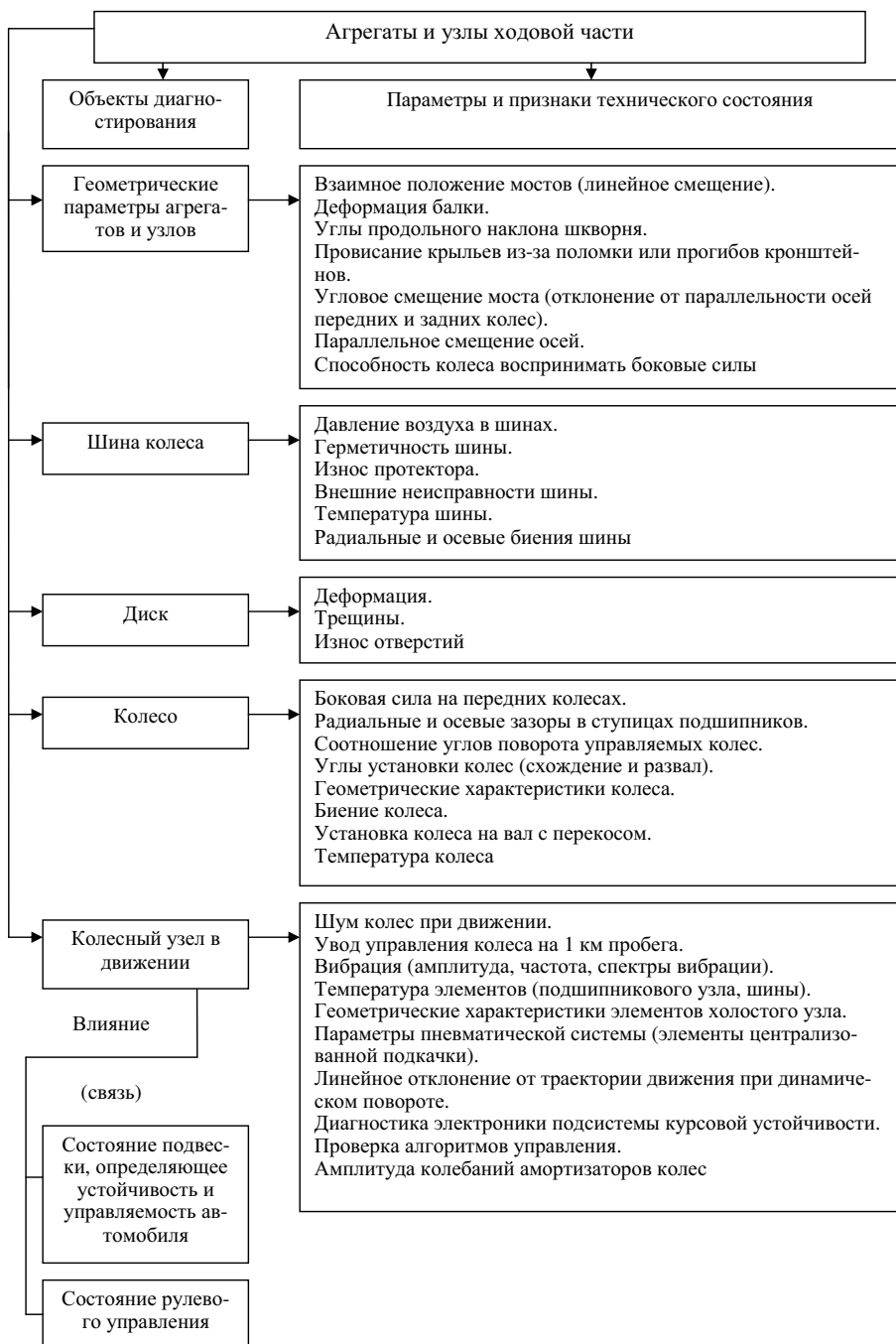


Рис. 6.3 Диагностические параметры ходовой части транспортных машин

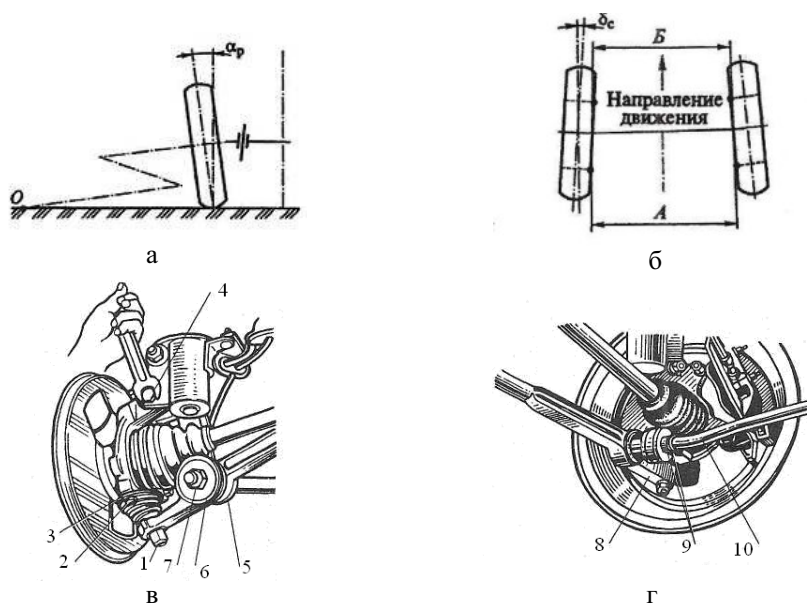


Рис. 6.4. Схемы установки управляемых колес (а, б) регулировки развала (в) и наклона оси поворота колеса (г):

а – развал; б – схождение; О – точка пересечения продолжения оси колеса с плоскостью дороги; А, Б – расстояние между задними и передними частями колес; 1 – гайка стабилизатора; 2 – болт крепления шарнира; 3 – фланец чехла; 4 – регулировочный болт; 5 – шарнир стабилизатора; 6 – задняя чашка; 7 – гайка; 8 – чашка; 9 – регулировочные шайбы; 10 – штанга стабилизатора

Угол развала необходим для того, чтобы обеспечить перпендикулярное расположение колес по отношению к поверхности дороги при деформации деталей моста под действием веса передней части автомобиля. Этот угол уменьшает плечо поворота – расстояние между точкой пересечения продолжения оси поворота (шкворня) и точкой касания колеса плоскости дороги. В результате существенно уменьшается момент, необходимый для поворота управляемых колес, и, следовательно, облегчается поворот автомобиля.

При установке колеса с развалом возникает осевая сила, прижимающая ступицу с колесом к внутреннему подшипнику, размер которого обычно больше, чем размер наружного подшипника. Вследствие этого разгружается наружный подшипник ступицы колеса. Угол развала обеспечивается конструкцией управляемого моста путем наклона поворотной цапфы и составляет $0-2^\circ$.

При наличии развала управляемое колесо стремится катиться в сторону от автомобиля по дуге вокруг точки О (см. рис. 6.4, а) пересечения продолжения его оси с плоскостью дороги. Так как управляемые колеса связаны между собой, то их качение по расходящимся дугам сопровождалось бы боковым скольжением. Для предотвращения такого скольжения управляемые колеса устанавливают со сходом, то есть не параллельно, а под некоторым углом к продольной оси автомобиля.

Для получения наиболее точных параметров установки колес их регулировка должна производиться на автомобиле, имеющем полную массу, на специальных стендах.

Угол наклона шкворня в продольной плоскости (γ) влияет на изнашивание протектора в том случае, если он не равен углу наклона на другом колесе. В этом случае возникает одностороннее изнашивание одной шины. При этом на прямолинейном участке дороги автомобиль уведет в сторону.

Для угла наклона шкворня в поперечной плоскости (оси поворотов) регулировка не предусмотрена. У легкового автомобиля с рычажной подвеской он изменяется одновременно с углом развала колес.

Угол схождения управляемых колес δ_C (рис. 6.4, б) определяется разностью расстояний А и Б между колесами, которые измеряют сзади и спереди по краям ободьев на высоте оси колес. Угол схождения колес у автомобилей находится в пределах $0^\circ 20' - 1^\circ$, а разность расстояний А и Б между колесами сзади и спереди составляет 2-12 мм. Нормативные эксплуатационные параметры колесных узлов приведены в табл. 6.2. Параметры установки передних колес легковых автомобилей раннего выпуска (ВАЗ, АЗЛК, ГАЗ, УАЗ) приведены в работе [47], а некоторых зарубежных – в табл. 6.3 [47].

Таблица 6.2

Нормативные эксплуатационные параметры колесного узла

Размер шины		145/80R13	155/70R13	165/70R13	175/70R13
Тип шины		Бескамерная	Бескамерная	Бескамерная	Бескамерная
Обод	рекомендованный допустимый	4.00B; 4.50B31/2J; 4J; 41/3.50B	4.50B; 5.00B 4.00B; 4J; 41/2J; 5J; 51/2J; 5.50B	5.00B 5.50B4.00B; 4J;41/2J; 5J; 4.50B; 4.50C	5.00B 5.50B4.50B; 41/2J; 5J; 51/2J; 6J; 6.00B
Максимальная скорость, км/ч		180(S)	190(T)	190(T)	190(T)
Назначение шины		Дайхацу, Мазда, Опель, Ситроен, Пежо, Рено, Сеат, Фиат, Форд	ЗАЗ-1102, Вольво, Датсун, Опель, Остин-Ровер, Рено, Тойота, Фиат, Форд, Фольксваген, Хонда, Ауди	ВАЗ-2108, -2109, Мазда, Ниссан, Опель, Пежо, Рено, Сеат, Ситроен, Тойота, Фиат	Автомобили марки ВАЗ, Альфа-Ромео, Вольво, Мазда, Дайхацу, Мицубиши, Ниссан, Опель, Пежо, Рено, Сеат, Субару, Фиат, Ситроен, Тойота, Форд, Фольксваген

Размер шины		185/65R14	205/70R14	195/65R15	235/75R15
Тип шины		Бескамерная	Бескамерная	Бескамерная	Бескамерная
Обод	рекомендованный допустимый	51/2J; 6J; 5J; 61/2J	6J; 61/2J; 51/2J; 7J	6J; 61/2J; 51/2J; 7J	61/2J; 7J; 6J; 71/2J; 8J
Максимальная скорость, км/ч		190(Т)	160(Q)	190(Т)	190(Т)
Назначение шины		Москвич-2141, -2142, Ауди, БМВ, Вольво, Лянча, Мазда, Ниссан, Опель, Пежо, Рено, Ровер	ГАЗ-2410, -2411, -2417, -3102, -31028, -31029, БМВ, Мерседес, Форд	Ауди, Рено, Мазда, Порше, СААБ, Вольво, Мерседес, Ровер	УАЗ-452, -469, Форд, Мицубиши, Олдсмобиль, Шевроле

Примечание. Давление в шинах зависит от технических характеристик на автомобиль.

Таблица 6.3

**Параметры установки передних и задних колес
некоторых автомобилей зарубежного производства**

Автомобиль	Наклон шкворня	Углы установки колес, мм (град)			
		передние		задние	
		развал	схождение	развал	схождение
Альфа-Ромео 1,6:3,8;2,0 Turbo America; Turbo Evoluzi-one; Twin Spark	0°30'±3°	0°30'±30' (0,9±1,0) мм 0°30'±30' (0,9±1,0) мм. Углы установки не регулируются			
Ауди 80 I, SKAT; 1,8; 1,8E; 2,0E KAT; Ауди 90; 2,2E	1°15'±30'	0°45'±30', не регулируется	(1,0±1,0) мм	-1°20', не регулируется	(2,1±2,1) мм, не регулируется
Ауди 100; 100CS; 100CC; 100CD	15°±40'	3,0°±30'	(0±0,5) мм	-	-
Углы установки не регулируются					
БМВ 316; 316i; 318i; 320iT; 323i; 325i	8°±56'	0°40'±30', не регулируется	(2,0±0,6) мм	1°45'±30', не регулируется	(2,0±0,8) мм, не регулируется
Вольво 240; 240D; 240DL Wagon; 240 OLE	2°30'±30'	0°30'±15', не регулируется	(1,6±1,0) мм	не регулируется	не регулируется
Вольво 340; 340GL; 360; 360GL; 360GLT; 360GLT Sedan	7°30'±30'	0°30'±30'	(3,1±0,8) мм	-2°±30', не регулируется	±3,0 мм, не регулируется
Вольво 740GLE; 740 Turbo; 740GL; 760 Turbo	4°30'±5°30'	1°30'±48', не регулируется	(2,0±0,5) мм	не регулируется	не регулируется
Мерседес 190; 190E; 190E2,3; 200; 200E	10°10'±30'	0°20'±15'	(2,5±1,0) мм	-	3,0±1,0 мм
Углы установки не регулируются					

Продолжение табл. 6.3

Автомобиль	Наклон шкворня	Углы установки колес			
		передние		задние	
		развал	схождение	развал	схождение
Мерседес 200D; 220D; 240D; 230D; 300D	8°45'±30'	0°20'±10'	(3,0±1,0) мм	0°35'±30' не регулируется	(0,5-3,5) мм, не регулируется
Опель-Кадет 12S; 13N; 16S; 18S; 18E	0°45'±2°45'	1°15'±15'	(1-2) мм	0°-1°	(0-4) мм
Углы установки не регулируются					
Рено L; LS; GTL 1300; TS; Automatic 1400	0°30'	0°30'±30', не регулируется	(0±3,0) мм	-50'±30', не регулируется	(0±3,0) мм
Фиат CHT; IE IE TURBO	1°20'±20'	0°20'±20' не регулируется	(0±1,0) мм не регулируется	0°20'±20'	(3,5±1,5) мм
Фиат UNO45 POP; UNO45/45S; UNO60S	2°15'±20'	0°25'±30', не регулируется	(1±1,0) мм	-	-
Фиат ТИРО 1,1; 1,4; 1,6	1°40'±30'	0°25'±30', не регулируется	(0±1,0) мм, не регулируется	1°30'±15'	(0±2,0) мм
Фольксваген Golf 1,3L; 1,6L; 1,8L Carat; Jetta	1°30'±30'	0°30'±20'	(0±1,0) мм	1°40'±20'	(2,6±1,6) мм
Форд Sierra 1600; 1600E	1°51'±1°	0°44' до 1°16', не регулируется	(0±1,0) мм	0°20', не регулируется	1,0 мм, не регулируется
Форд Scorpio CL; CLX; GLS	1°57'±1°	0°23'±10', не регулируется	(2,0±1,0) мм	-	(0,3±3,25) мм
Форд Granada 2,0L; 2,3L; 2,8L	1°30'±1°45'	0°24'±45', не регулируется	(3,0±1,0) мм	0°20'±30', не регулируется	(0-2,4) мм
Форд Festival; L; S; C; Super Festival; CLX PACK	0°18'	0°12', не регулируется	0-1,1 мм	-	-
Форд-Эскорт 1,1C; 1,3CL; 1,4CL; XR3i; RS TURBO	2°11'±1°	0°6'±1', не регулируется	(2,5±1,0) мм	-1°5'±1°, не регулируется	0,8 мм
«Мазда-323»	12°22'	0°48'±45', не регулируется	(1-5) мм	0°30'±45', не регулируется	0°30'±45', не регулируется
«Мазда-626»	12°47'	0°17'±45', не регулируется	±3,0 мм, не регулируется	0°30'±45', не регулируется	0°30'±45', не регулируется

Автомобиль	Наклон шкворня	Углы установки колес			
		передние		задние	
		развал	схождение	развал	схождение
Ниссан-Санни	от 0°35' до 2°35'	0°40'±10'	(0,5-1,5) мм	от 1°45' до 0°55'	(0±2,0) мм
Тойота-Карина	7°30'±30'	1°45'±30'	(1,0±1,0) мм		
Тойота-Селика	7°30'±30'	1°45'±30'	(1,5±0,5) мм		
Тойота-Лайт Айс	10°45'	0°25'±30'	(1,0±1,0) мм		

На переднеприводных автомобилях раннего выпуска развал регулируется ползуном на резьбовом стержне нижнего болта 4 (рис. 6.4, в) или верхнего болта для автомобилей ВАЗ-2108, -2109 и ЗАЗ-1102 крепления телескопической стойки к бобышке поворотного кулака. При этом поворот болта по ходу часовой стрелки на один оборот увеличивает развал примерно на 5', при вращении в противоположную сторону уменьшает. Если выясняется, что не хватает регулировки, то ее диапазон может быть расширен за счет эксцентриситета ползуна после его извлечения и переворачивания в бобышке поворотного кулака.

Для уменьшения продольного угла наклона оси поворота на переднеприводных автомобилях, например, «Москвич-2141» следует уменьшить количество регулировочных шайб (рис. 6.4, г) между чашкой шарнира и уступом на штанге стабилизатора. На автомобилях ВАЗ-2108, -2109 эту регулировку осуществляют изменением количества регулировочных шайб, установленных на обоих концах растяжек подвески. Для увеличения угла продольного наклона оси поворота уменьшают число шайб на растяжке в передней или задней ее части, для уменьшения добавляют шайбы, но только в задней части растяжки, так как спереди выполнить это не всегда возможно из-за короткой резьбовой части растяжки.

Угол схождения колес при положительном значении угла схождения на обеих передних шинах возникает одностороннее пилообразное изнашивание по наружным дорожкам протектора. При отрицательном угле схождения колес одностороннее пилообразное изнашивание возникает по внутренним дорожкам.

Увод автомобиля от прямолинейного движения может быть вызван нарушением углов установки колес, разрушением одной из верхних опор телескопических стоек, неодинаковой упругостью пружин подвески, разным давлением воздуха в шинах.

Автомобили с одинаковыми элементами подвески и рулевого управления, в зависимости от характеристик шин, могут иметь приемлемые или не совсем приемлемые показатели управляемости: реакция на действие боковых сил, быстроты реакции на поворот рулевого колеса, курсовой устойчивости. Это влияет как на безопасность и среднюю скорость движения, так и на утомляемость водителя.

Среди характеристик шин, влияющих на упомянутые показатели автомобиля, в первую очередь следует отметить сопротивление боковому уводу, стабилизирующий момент, изменение боковой и угловой жесткости в зависимости от конструктивных и эксплуатационных факторов: нагрузки на мосты, давления в шинах, изношенности рисунков протекторов и типа шин, радиуса и скорости криволинейного движения.

На движущуюся колесную машину почти всегда действует боковая сила: составляющая силы тяжести при боковом уклоне дороги, сила ветра, сила инерции при криволинейном движении и другие силы. Вследствие действия боковой силы, шины и элементы подвески с одной стороны машины разгружаются, а с противоположной – догружаются (подрессоренные массы смещаются в поперечном направлении и поворачиваются под определенным углом). Также изменяется форма поперечного профиля шин. Это значит, что происходит несимметричная деформация шин относительно вертикальной плоскости, проходящей через ось вращения колеса (рис. 6.5).

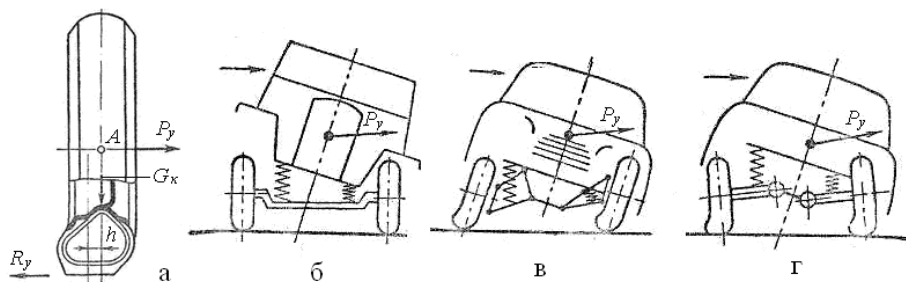


Рис. 6.5. Схема деформации шины при движении колеса с уводом (а) и влияние типа подвески на наклон колес моста (б, в, г)

При небольшом значении поперечной силы P_y угол δ примерно пропорционален ей (рис. 6.6, участок ОА). Увеличение P_y вызывает некоторое проскальзывание шины в поперечном направлении и линейная зависимость нарушается (участок АВ). Когда P_y достигает значения силы сцепления, начинается полное скольжение шины (участок ВС). Чем меньше коэффициент сцепления, тем при меньшем значении P_y происходит скольжение (кривые 1, 2, 3).

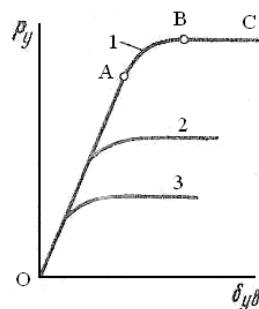


Рис. 6.6. Зависимость между боковой силой и углом увода при различных значениях коэффициента сцепления шины с поверхностью

Если при качении колеса с наклоном к дороге поперечная сила действует в сторону наклона – увод увеличивается. При зависимой подвеске (рис. 6.5, б) крен кузова автомобиля практически не изменяет наклона колес. При независимой подвеске (трапецевидной, свечной или торсионной, рис. 6.5, в) под действием крена кузова колеса наклоняются в ту же сторону, увеличивая увод шин. При подвеске типа «качающаяся ось» (рис. 6.5, г) колеса при крене кузова наклоняются в сторону,

противоположную направлению боковой силы – увод уменьшается. Это свойство используется при улучшении управляемости автомобилей.

У грузовиков и колесных тракторов боковая жесткость задних шин больше, чем передних. Поэтому их поворотливость недостаточная. Таким образом, вследствие упругости шин траектория поворота зависима не только от положения управляемых колес, но и от скорости движения, радиуса поворота и других факторов, влияющих на боковой увод шин.

Коэффициент сопротивления боковому уводу $K_y = P_y \delta$ возрастает с увеличением размеров профиля шин, характеризуемого отношением высоты H к ширине B . Отметим, что уменьшение отношения H/B является одной из основных тенденций совершенствования конструкции автомобильных шин.

Радиальные шины с поясом из стального корда имеют значительно больший K_y , чем диагональные. Напомним, радиальные шины характеризуются радиальным расположением нитей корда в каркасе. Также они имеют обычный протектор и жесткий в окружном направлении пояс (брекер), привулканизированный к каркасу (корд может быть комбинированным: текстильный в каркасе, металлический в поясе).

Существенно влияет на K_y высота рисунка протектора шин. У сильно изношенных шин коэффициент может возрасти на 25-35%.

Устраняются неисправности регулировкой углов установки колес, заменой разрушенной опоры или потерявшей упругость пружины, обеспечением нормального давления в шинах, заменой изношенных шин.

Соотношение углов поворотов колес влияет на изнашивание передних шин в тех случаях, когда автомобиль движется не по прямой, например, в условиях большого города или на горных дорогах. Характерным признаком отклонения этого параметра является изнашивание одной крайней дорожки.

Регулировка соотношения углов поворота обычно достигается обеспечением равенства линейных величин обеих рулевых тяг. Чтобы не изменялся угол схождения колес, одну тягу укорачивают, другую на такую же величину удлиняют. Соотношение углов поворота не может быть постоянным значением, так как этот параметр связан с углом схождения колес. При регулировке необходимо добиться того, чтобы угол недоворота наружного (к центру поворота) колеса относительно внутреннего, повернутого на 20° , был равен углу недоворота другого колеса, когда оно станет наружным.

Для некоторых автомобилей разработаны номограммы, по которым в зависимости от значений углов недоворота каждого колеса можно определить, в какую сторону и на сколько оборотов следует повернуть регулировочные муфты.

Нормируемые значения параметров установки колес. Для повышения точности измерения значений параметров установки колес их регулировку необходимо производить на автомобиле, который имеет полную массу, на специальных стендах. Допускается регулирование передней подвески при массе снаряженного автомобиля. Параметры установки передних колес представлены в табл. 6.3. Диагностические параметры углов установки колес автомобилей Toyota приведены в табл. 6.4.

**Диагностические параметры углов установки
и выбега колес**

Характеристики установки колес (без нагрузки)	Параметры
Данные для контроля передних колес	
Toyota Land Cruiser V8 Amazon (UZJ100) - развал - схождение - выбег	$0^{\circ}40'-0^{\circ}50'$ $0^{\circ}6'-0^{\circ}18' (-0,71-2,13 \text{ мм})$ $1^{\circ}25'-2^{\circ}55' (4,7 \text{ л}); 1^{\circ}40'-3^{\circ}10' (4,2 \text{ D})$
Toyota Land Cruiser V8 Amazon (UZJ100/HDJ100) HS - развал - схождение - выбег	$-0^{\circ}45'-0^{\circ}45'$ $-0^{\circ}12'-0^{\circ}12' (-1,42-1,42 \text{ мм})$ $2^{\circ}20'-3^{\circ}50'$
Данные для установки передних колес	
Toyota Land Cruiser V8 Amazon (UZJ100) - развал - схождение - выбег - поперечный наклон оси поворота колес	$0^{\circ}5'\pm 45'$ $0^{\circ}6'\pm 12' (0,71 \text{ мм} \pm 1,42 \text{ мм})$ $2^{\circ}10'\pm 45' (4,7 \text{ л}); 2^{\circ}25'\pm 45' (4,2 \text{ D})$ $12^{\circ}10'\pm 45'$
Toyota Land Cruiser V8 Amazon (UZJ100/HDJ100) HS - развал - схождение - выбег - поперечный наклон оси поворота колес	$0^{\circ}\pm 45'$ $0^{\circ}\pm 12' (0\pm 1,42 \text{ мм})$ $3^{\circ}15'\pm 45'$
Все модели - разность развала левого и правого колеса - разность выбега левого и правого колеса - максимальный угол поворота колеса: - внутрь - наружу	$0^{\circ}30'$ $0^{\circ}30'$ $35^{\circ}12'\pm 1^{\circ}30'$ $32^{\circ}36'$

Параметры установки передних и задних колес и наклона шкворня некоторых автомобилей зарубежного производства приведены в табл. 6.3.

Боковой увод – отклонение автомобиля от заданного передними колесами направления движения, как правило, возникает при недостаточном давлении в шинах под действием на автомобиль боковой силы, например, при сильном боковом ветре. Вероятность бокового увода автомобиля возрастает при повышенной эластичности передних шин по сравнению с задними шинами.

Перекося заднего моста приводит к тому, что автомобиль располагается под углом к траектории движения. На задних шинах возникает одностороннее пилообразное изнашивание: по внутренним дорожкам протектора шин одной стороны автомобиля и по наружным – другой.

Если причину неравномерного изнашивания не устранить сразу, то через 15-20 тыс. км пробега автомобиля протектор может быть изношен волнами по всей поверхности.

У грузовых автомобилей и автобусов предусмотрена регулировка только угла схождения колес, у легковых (в большинстве случаев) – углов развала колес, продольного наклона оси поворота, соотношения углов поворотов и углов схождения колес (данная последовательность обязательна).

Проверку величины люфта в подшипниках ступиц передних колес заднеприводных автомобилей проводят, приложив палец к зазору между краями тормозного барабана и щита тормоза (при барабанных тормозах) или одновременно к гайке и краю отверстия ступицы (при дисковых тормозах), а также с использованием индикатора с магнитной подставкой (рис. 6.7, а). При люфте свыше 0,15 мм необходимо его отрегулировать, для чего надо выполнить следующее: расшплинтовать (если есть шплинт) и отвернуть регулировочную гайку (на заднеприводных автомобилях ВАЗ регулировочные гайки разового применения, поэтому они подлежат замене); завернуть гайку ступицы моментом затяжки 20 Н·м при постоянном проворачивании ступицы в обоих направлениях для самоустановки роликов подшипников; слегка отвернуть гайку и снова затянуть ее моментом затяжки 6,8 Н·м, а затем отпустить гайку на 20-25° или на 1-2 прореза (при наличии шплинта) и застопорить ее в этом положении вдавливанием лунок или шплинтованием. Правильность регулировки проверяется по наличию люфта, легкости вращения колеса и отсутствию нагрева при движении. На ряде переднеприводных автомобилей регулировка подшипников ступиц передних и задних колес не осуществляется, подшипники при повышенном люфте подлежат замене.

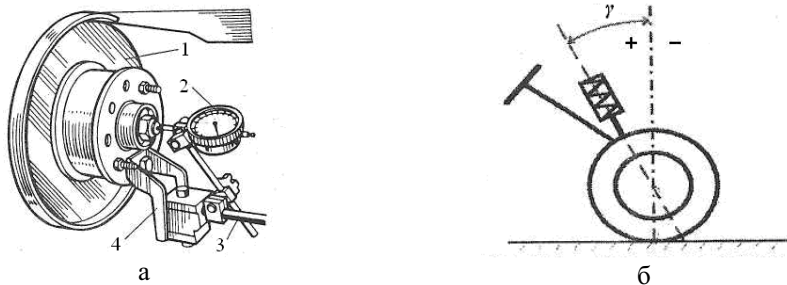


Рис. 6.7. Проверка осевого зазора подшипника ступицы переднего колеса (а) и схема продольного наклона оси поворота колеса (б):

1 – диск тормоза; 2 – индикатор; 3 – магнитная подставка; 4 – кронштейн подставки

Продольный наклон оси поворота колеса – кастер. Оси поворота управляемых колес устанавливаются в продольной плоскости под углом γ к вертикали. Этот угол называется углом продольного наклона оси поворота колеса (caster) – это угол между вертикалью и линией, проходящей через центры шарнирных опор и подшипника телескопической стойки в плоскости, параллельной продольной оси автомобиля (рис. 6.7, б).

Этот угол содействует стабилизации управляемых колес, то есть позволяет автомобилю ехать прямо с отпущенным рулевым колесом.

Признаками отклонения величины угла от нормы являются: отклонение автомобиля вбок при его движении, разные усилия на рулевом колесе при левых и правых поворотах.

Рассмотрим силы, действующие при повороте автомобиля на жесткое в боковом направлении колесо на вертикальной оси, проходящей через его центр (рис. 6.5). Вследствие наклона оси поворота боковая реакция R_y в точке контакта колеса с дорогой и боковая сила P_y , приложенная к центру колеса, создают момент, стремящийся повернуть колесо в направлении, показанном стрелкой, то есть повернуть управляемые колеса в нейтральное положение.

6.3. Факторы, влияющие на износ и повреждение шин

Основные недостатки автомобильных шин:

- сравнительно легко поддаются механическим повреждениям;
- небезопасны при проколах, пробоях (особенно камерные шины);
- обладают довольно низкой устойчивостью на скользких обледенелых дорогах;
- недостаточно стойки против разрушающего действия нефтепродуктов, минеральных масел и тому подобных веществ;
- недостаточно герметичны;
- склонны к сравнительно быстрому старению и изнашиванию.

Внезапный же отказ в работе шин в пути из-за механических повреждений или других причин может вызвать аварию автомобиля.

Основные эксплуатационные факторы, определяющие интенсивность изнашивания шин. На долговечность шин в эксплуатации оказывают влияние большое число факторов:

- состав резины и качество сборки шины;
- эксплуатационные режимы (нагрузка, скорость движения, давление воздуха в шинах, плохая манера вождения, дорожные условия);
- техническое состояние ходовой части (увеличенные боковые силы, развал и схождение, смещение мостов);
- температура и влажность воздуха;
- вид покрытия и микропрофиль дороги.

Интенсивность изнашивания протектора в целом зависит от трения в контакте шины с дорогой. При этом возникают три типа изнашивания: абразивное, посредством «скатывания» и усталостное.

Дорожные условия характеризуются типом и состоянием дорожного покрытия, элементами дороги в плане и в профиле. По влиянию на долговечность пневматических шин в соответствии с ГОСТ 21264-84 все дороги подразделяются на три группы в зависимости от типа и состояния дорожного покрытия: А – дороги с улучшенным покрытием I и II категорий (асфальтобетон, мостовая и т. п.) в удовлетворительном состоянии; Б – дороги III, IV и V категорий в удовлетворительном состоянии; В – все дороги, находящиеся в неудовлетворительном состоянии. По данным НИИ шинной промышленности амортизационный пробег большегрузных шин во время эксплуатации на дорогах группы Б на 20-25% и группы В на 40-50% ниже, чем на дорогах группы А. В частности, если во время эксплуатации транспортно-технологических средств на асфальтобетонном покрытии износ шин принять за 100%, то на щебеночном покрытии износ составит 128%, на цементобетонном – 135%, на

гравийном – 142%, а на грунтовой профилированной дороге – 70%. Особое внимание следует уделять зонам нагрузки и разгрузки, поскольку именно в них происходят серьезные повреждения шин.

Около 80% крупногабаритных шин выходят из строя еще до того, как они окончательно истираются: чуть ли не 45% шин – вследствие порезов и почти 30% - из-за проколов. Порезы, проколы и возможный порыв каркаса по месту прокола случаются в основном на подъездных дорогах из-за рассыпания транспортируемых грузов. Поэтому поддержание дорожного покрытия в надлежащем состоянии является одним из важнейших факторов, определяющим долговечность шин.

Внешним показателем правильной эксплуатации шины является равномерное изнашивание протектора. Любые отклонения в работе шины вызывают дополнительные проскальзывания элементов протектора, его неравномерное изнашивание. В зависимости от технического состояния ходовой части автомобиля, дорожных условий и манеры вождения различают такие виды износа шин: «на конус», «пилообразный», волнообразный износ, «пятнистый», порезы на протекторе, отслоение протектора, многочисленные виды повреждения каркаса.

Основные факторы технического состояния автомобиля, влияющие на повреждения, ускорение износа и снижение ресурса шин в эксплуатации показаны на рис. 6.8.

Понимание процессов, влияющих на долговечность автомобильных шин, является необходимым условием их правильной эксплуатации.

Возможные неисправности, вызывающие определенный вид износа шин представлены в табл. 6.1.

Новые шины могут иметь дисбаланс. Для шин грузовых автомобилей статический дисбаланс не должен превышать значения, равного произведению 0,5-0,7% массы шины на ее радиус, для легковых автомобилей дисбаланс должен составлять 1000-2000 г·см (в зависимости от посадочного диаметра шины).

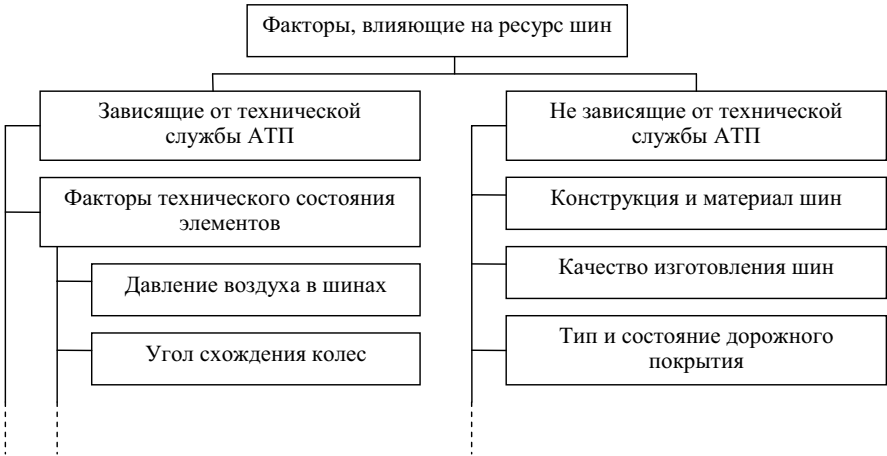
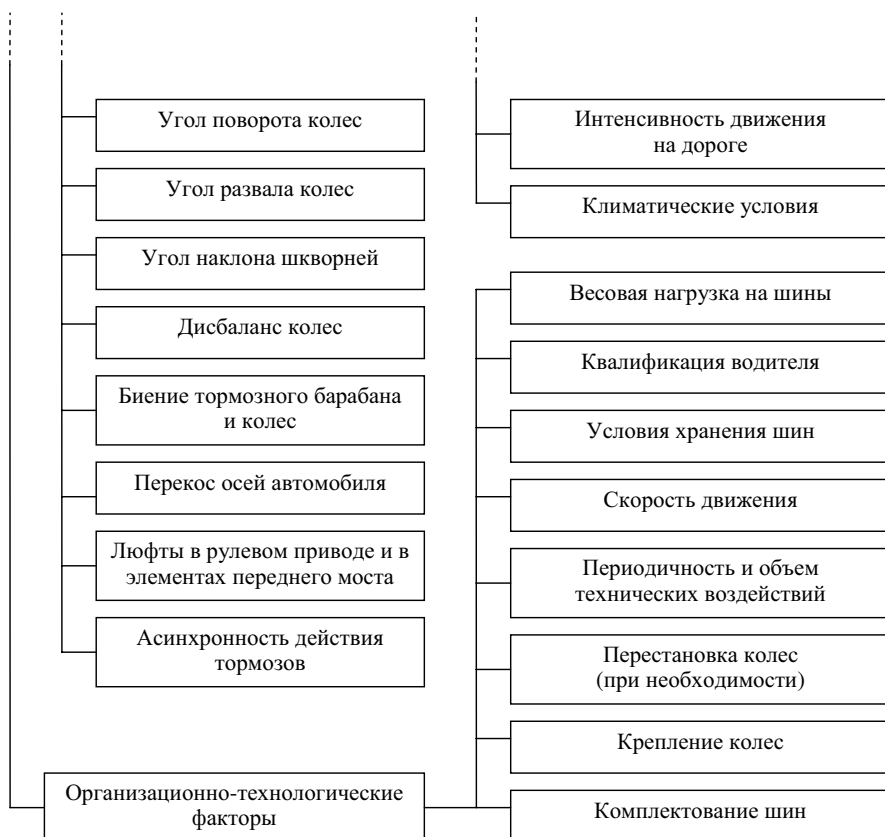


Рис. 6.8. Эксплуатационные факторы, влияющие на ресурс шин



Продолжение рис. 6.8.

6.4. Контроль технического состояния шин

6.4.1. Контроль дисбаланса и биения шин и колес

Нормируемые значения дисбаланса шин, колес и колес в сборе с шиной приведены в табл. 6.5, 6.6.

Если колесо имеет биение, статическая балансировка его не устраняет неравномерного износа протектора. При проявлении резонансных колебаний от дисбаланса детали рулевого управления, подшипники колес и другие детали испытывают дополнительные ударные нагрузки.

Длительная эксплуатация автомобиля с колебаниями управляемых колес может вызвать поломку деталей рулевого привода от усталостных напряжений, что приводит, как правило, к аварии.

Дисбаланс управляемых и ведущих колес автомобиля вызывает повышенный износ шин.

Таблица 6.5

Дисбаланс колес без шины и в сборе с шинами

Шина	Дисбаланс колеса в сборе с шиной до балансировки, не более, Н·см			Дисбаланс колеса после балансировки, не более, Н·см		
	Не требуется	Требуется	Требуется балансировка шины и колеса в отдельности	Шины	Колеса	Колесо в сборе с шиной
7,50-20; 8,25-20 200-20; 11,00-20	30	115	>115	20	10	30
130-330 (5,20-13)	5	30	>30	5	Не балансируют	5
145-330 (5,60-13)	10	30	>30	10	То же	5
155-330 (6,00-13)	20	115	>115	10	10	20
145-380 (5,60-15); 170-380 (6,70-15)	20	115	>115	15	10	25

Таблица 6.6

Допустимый статический дисбаланс шин легковых автомобилей по ГОСТ 4754-80 (заменен на ГОСТ 4754-97)

Обозначение шин	Индекс грузоподъемности	Статический дисбаланс, не более, Н·см, для шин с рисунком протектора	
		дорожным универсальным	зимним
155-13/6, 15-13	75	10	10,3
165-13/6, 45-13	78	12	13
175-13/6, 95-13	82	13	14
185-14/7, 35-14	88	17	20
5,90-13	78	20	-
6,40-13	84	17	-

С увеличением амплитуды и частоты колебаний колес растут нагрузки на детали рулевого управления, и повышается расход топлива. Так, при нулевом дисбалансе передних колес расход топлива ниже на 4%, чем при среднем дисбалансе, и на 9% меньше по сравнению с максимальным.

Эксплуатация автомобиля с большим дисбалансом управляемых колес вызывает «пятнистый» износ боковых дорожек протектора. При длительной эксплуатации таких шин износу подвергается и центральная часть протектора.

Осевые и радиальные биения шин представлены в табл. 6.7

Наиболее неприятные последствия дисбаланса и биения колес в сборе – колебания кабины, рамы и других частей автомобиля. Эти колебания раздражают водителя, снижают комфортабельность, устойчивость, управляемость и безопасность движения автомобиля.

Осевое и радиальное биение шин

Обозначение шин	Биение шин, мм	
	радиальное	осевое
Радиальная с посадочным диаметром в дюймах 12-14	1,0	1,5
Радиальная с посадочным диаметром в дюймах 15-16	1,5	2,0
Диагональная (всех обозначений)	2,0	3,0

Балансировку колес и проверку биений следует производить при ТО-2 или через 10-16 тыс. км. При осевом биении шины протектор изнашивается неравномерно (на одной стороне шины больше, на второй – меньше). Осевое биение шины возникает от неправильного монтажа шины на диск, при деформации диска или «разбухании», если протектор шины контактировал с маслом. Разбухшее место протектора быстро изнашивается. При этом возникает изношенное пятно, а следовательно, и дисбаланс.

Статическая балансировка колеса не всегда устраняет неуравновешенность от момента, создаваемого парой центробежных сил, которые возникают при вращении колеса и стремятся наклонить его вместе с установочным приспособлением и осью. Более точную балансировку колес можно выполнить в сборе автомобиля. Балансировка в сборе автомобиля позволяет учесть фактическое положение колеса, зазоры в подшипниках и моменты от центробежных сил. Радиальное и осевое биение шины не должно превышать 1,2 мм.

6.4.2. Контроль давления в шинах

Упругие свойства, сглаживающая способность, тяговые характеристики и проходимость шины определяются главным образом давлением наполнителя (воздуха) в ней. Оптимальных тяговых характеристик, проходимости и сглаживающей способности можно достичь только при поддержании в шинах соответствующего давления. Чем ниже давление воздуха (наполнителя) в шине, тем меньше ее радиальная жесткость и, соответственно, лучше сглаживающие свойства (рис. 6.9). Поэтому давление в шине является наиболее важным ее эксплуатационным параметром. Допустимое отклонение давления в шинах от нормы $\pm 0,01$ МПа для шин легковых автомобилей и $\pm 0,02$ МПа для шин грузовых автомобилей.

Если пренебречь радиальной жесткостью ненакачанной шины, то давление на дорогу в пятне контакта прямо зависит от внутреннего давления в шине. Это обстоятельство важно для понимания отрицательного воздействия колеса на дорожное покрытие, особенно на податливый грунт.

Давление в шинах надо проверять после их остывания до температуры окружающего воздуха. Оно влияет на скорость их изнашивания, а также на издаваемый шинами шум.

Для безопасности движения согласно ГОСТ 4754-97 рекомендуется перед продолжительным движением с повышенной скоростью увеличивать давление воздуха в шинах относительно установленного нормативами на 0,03 МПа.

При снижении давления воздуха в шинах боковины шины испытывают большую нагрузку, что вызывает их деформацию. Увеличивается расход топлива (до 15%), возрастают усталостные напряжения в каркасе, рвутся нити (особенно металлокорда). значительно повышается температура. У радиальных шин наблюдаются случаи кольцевого излома в зоне посадки шины на обод. Быстрее изнашивается протектор, в частности по краям беговой дорожки протектора (радиальные низкопрофильные шины такому виду изнашивания подвержены в меньшей степени). На хороших дорогах эксплуатация шин с давлением, величина которого находится в интервале допустимых для данной модели максимальных значений, наиболее рациональна, но снижается комфортность при этом из-за увеличения жесткости шины.

Колесо с нормальным давлением воздуха полностью соприкасается с поверхностью дороги (рис. 6.9, а). Происходит равномерный износ профиля и обеспечивается лучшее сцепление с дорогой. Это обеспечивает следующие преимущества:

- увеличение пробега шины;
- уменьшение тормозного пути;
- оптимальная стабильность при поворотах;
- комфорт движения.

При слишком низком давлении воздуха (рис. 6.9, б) центральная часть шины слегка вдавливается по направлению вверх, оптимальная передача усилий на дорожное полотно производится только краями шины. Это приводит к следующим недостаткам:

- сильное повышение температуры шины и, соответственно, опасность повреждения ее структуры;
- увеличение тормозного пути;
- уменьшение срока эксплуатации шины за счет появления трещин, отслаивания резины боковины, снижения плотности установки шины на обode диска.

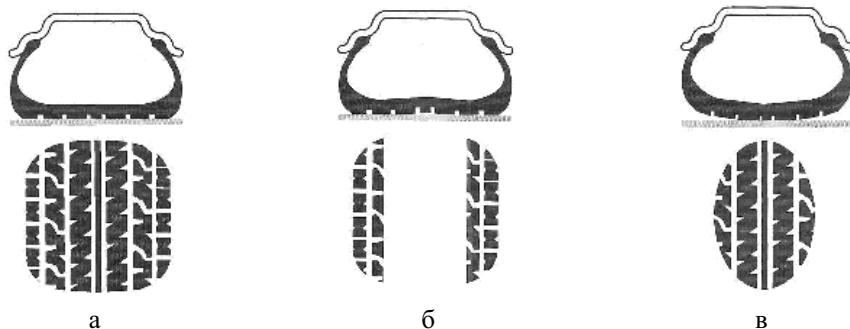


Рис. 6.9. Влияние давления в шинах на форму соприкосновения с поверхностью дороги:

а – нормальное давление; б – слишком низкое; в – слишком высокое

При слишком высоком давлении воздуха в шинах (рис. 6.9, в) сцепление с дорогой происходит только в середине беговой дорожки. Недостатками этого являются:

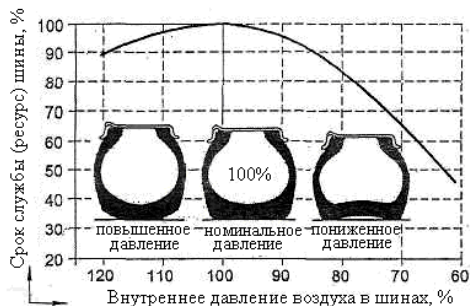
- неравномерный износ профиля;
- уменьшение срока эксплуатации шины;
- снижение комфорта движения.

Поэтому давление в шинах тщательно подбирается разработчиком, исходя из конструкции шины, предъявляемых требований и условий эксплуатации. Обычно номинальное давление в шинах легковых и грузовых автомобилей малой грузоподъемности составляет 0,18-0,27 МПа, грузовых автомобилей, автобусов и их прицепов – 0,5-0,7 МПа.

Повышение давления в шинах на 10, 20, 30, 40, 50% вызывает увеличение напряжения в каркасе на 18, 32, 52, 72, 86% соответственно.

Повышенное, так же как и пониженное давление воздуха в шинах, приводит к сокращению срока их службы и пробега (рис. 6.10), а также может стать причиной повреждения шин.

От величины внутреннего давления в шинах зависит размер и качество области контакта шины с опорной поверхностью движения транспортно-технологических средств. Если этот показатель превышает номинальное значение, то со временем протектор сильно изнашивается в центральной части вследствие уменьшения области контакта, а также будет снижаться стойкость каркаса к динамическим ударам из-за неровностей дороги и просыпами строительного материала, в результате чего повышается опасность разрыва нитей корда и разрушения (взрыва) каркаса при наличии повреждений или расслоений. Высокие нагрузки в области борта создают опасность его повреждения и разрыва.



а



б

Рис. 6.10. Влияние внутреннего давления воздуха на срок службы шины (а) и на температуру внутри шины грузовых автомобилей (б)

Согласно требований стандартов шина считается непригодной к эксплуатации, если появился один индикатор величины износа при равномерном изнашивании или два индикатора величины износа в каждом из двух сечений при неравномерном изнашивании беговой дорожки.

6.4.3. Бортовые автоматические системы контроля давления в шинах

Система контроля давления воздуха в шинах без указания неисправного колеса автомобиля Volkswagen Passat распознает три критические ситуации, о

которых водителя информирует индикатор и дисплей комбинации приборов (рис. 6.11).

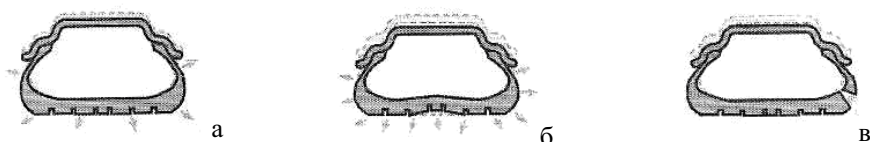


Рис. 6.11. Распознавание состояния давления в шинах:

а – незначительное отклонение параметров давления от заданных, в диапазоне 30-40 кПа (мягкое предупреждение без звукового сигнала); б – сильное, но не внезапное отклонение параметров давления от заданных, свыше 40 кПа (резкое предупреждение, сопровождающееся звуковым сигналом); в – внезапное резкое отклонение параметров давления от заданных, свыше 20 кПа в минуту (резкое предупреждение, сопровождающееся предупредительным сигналом)

В случае выхода из строя компонентов системы контроля давления воздуха без указания неисправного колеса в автомобиле Volkswagen Passat или наличия радиопомех водитель получает сообщение об этом через индикатор контроля давления воздуха в комбинации приборов.

Если система исправна и нет неполадок, то сообщение на индикаторе в комбинации приборов не появляется. Показания индикатора контроля давления в шинах приведены в табл. 6.9.

Таблица 6.9

Показания индикатора контроля давления в шинах

Состояние	Визуальная индикация	Акустическое сообщение	Текстовое сообщение на дисплее комбинации приборов
Включено зажигание	 - 2 секунды	нет	нет
Мягкое предупреждение: незначительное отклонение от заданных параметров (30-40 кПа)	нет	нет	«Проверить давление в шинах» (в течение приблизительно 5 с после вкл. зажигания)
Резкое предупреждение со звуковым сигналом: значительное отклонение от заданных значений (свыше 40 кПа)	 - пока не будет восстановлено давление в шинах	звуковой сигнал, один раз	«Давление в шинах слишком низкое» (гаснет после нажатия на кнопку многофункционального указателя)
Резкое предупреждение с предупредительным сигналом: внезапное изменение давления в шинах (свыше 20 кПа в минуту)	 - пока не будет восстановлено давление в шинах	предупредительный сигнал, один раз	«Неполадки в шине»

Состояние	Визуальная индикация	Акустическое сообщение	Текстовое сообщение на дисплее комбинации приборов
Ошибка в системе или сбой	 - пока не будет устранена ошибка/сбой	нет	нет

При снижении давления на 30-40 кПа появляется мягкое предупреждение. При каждом включении зажигания появляется индикация, сопровождаемая звуковым сигналом, продолжительностью 5 секунд. Символ на индикаторе гаснет по истечении 5 секунд. Символ-напоминание о ненормальном давлении продолжает гореть до тех пор, пока не будет откорректировано давление воздуха.

При снижении давления больше чем на 40 кПа или при резком снижении давления как минимум на 20 кПа в минуту появляется постоянное предупреждение. Эта индикация не исчезнет после нажатия кнопки.

Если на момент инициации зажигания существовала неисправность, то после включения зажигания загорается следующая индикация. В течение следующих 5-7 минут система проверяет соответствие параметров давления контрольным значениям. Если давление в норме, то символ гаснет.

На автомобилях повышенной и высокой проходимости устанавливаются пневмосистемы, с помощью которых можно в зависимости от дорожных условий дистанционно регулировать давление в шинах от 0,05 до 0,35 МПа.

Для нормального функционирования колес с автоматизацией контроля давления необходимо выполнение следующих условий:

1. Водитель должен самостоятельно ввести корректные параметры давления в шинах, учитывая при этом разницу в давлении при частичной и полной загрузке автомобиля.

2. Радиопомехи не должны препятствовать передаче данных с электроники колеса на антенну.

3. Аккумуляторы электроники колес должны быть заряжены; срок эксплуатации аккумулятора составляет приблизительно 10 лет.

Схема сигнализации контроля давления в шинах показана на рис. 6.12.

Финская фирма по производству шин Nokian Tyres предложила систему контроля давления в шинах под названием RoadSnoor.

При потере давления в шине система посредством звуковых и световых сигналов из маленького приемника предупреждает об этом водителя. В систему RoadSnoor входят четыре датчика, обозначенных номерами, которые монтируются на стальных лентах в ободах колес. Каждое колесо для идентификации получает кольцо с вентилем, на котором нанесена соответствующая цифра. Эта цифра в случае утечки давления указывается на приемнике. Датчики в шинах и приемник включаются автоматически, как только автомобиль трогается с места. Датчики по радио передают на приемник информацию о давлении и температуре в шине.

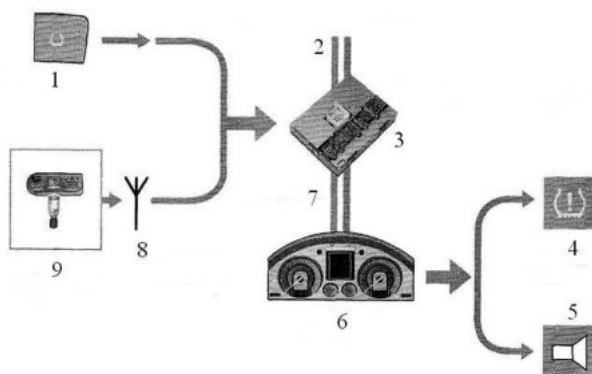


Рис. 6.12. Компоненты системы сигнализации и контроля давления в шинах автомобилей Phaeton, Touareg и Passat:

1 – E226 кнопка контроля давления; 2 – другая информация с шины данных CAN; 3 – J502 блок управления контроля воздуха в шинах (в центральном блоке управления систем комфорта J393); 4 – K230 индикатор системы контроля давления воздуха; 5 – H3 зуммер и звуковой сигнал; 6 – J285 блок управления комбинации приборов; 7 – шина данных CAN-Комфорт; 8 – R47 антенна центрального замка и охранной сигнализации; 9 – G222-G225 датчики давления воздуха в шинах

Потерю давления в 10% приемник указывает посредством красного мигающего светового и звукового сигналов. Одновременно мигает номер соответствующей шины. При потере давления более чем на 20% лампочки мигают быстрее, звуковые сигналы более интенсивные. Предупредительные звуковые сигналы можно выключить кнопкой, а световой сигнал будет мигать до тех пор, пока давление в шине не будет отрегулировано.

Датчики системы RoadSnoор работают на батарейках, что облегчает эксплуатацию: на автомобиле не нужны специальные выемки для стационарной установки датчиков, приемник имеет размеры не больше спичечного коробка. Батарейки датчиков служат примерно 10 лет или 150 тыс. км пробега. Приемник работает на стандартной батарейке, срок службы которой составляет примерно полгода. О падении напряжения батарейки приемник сообщает звуковым сигналом, который отличается от звукового сигнала, предупреждающего об утечке давления.

6.4.4. Контроль протектора

Предельная остаточная высота рисунка протектора для шин грузовых автомобилей составляет 1 мм, для шин легковых автомобилей – 1,6 мм, для шин автобусов – 2 мм.

При отсутствии индикатора величины износа шина подлежит снятию, если площадь предельного износа будет превышать указанное допустимое значение.

На рис. 6.13 показаны места измерения предельного износа протектора и их параметры.

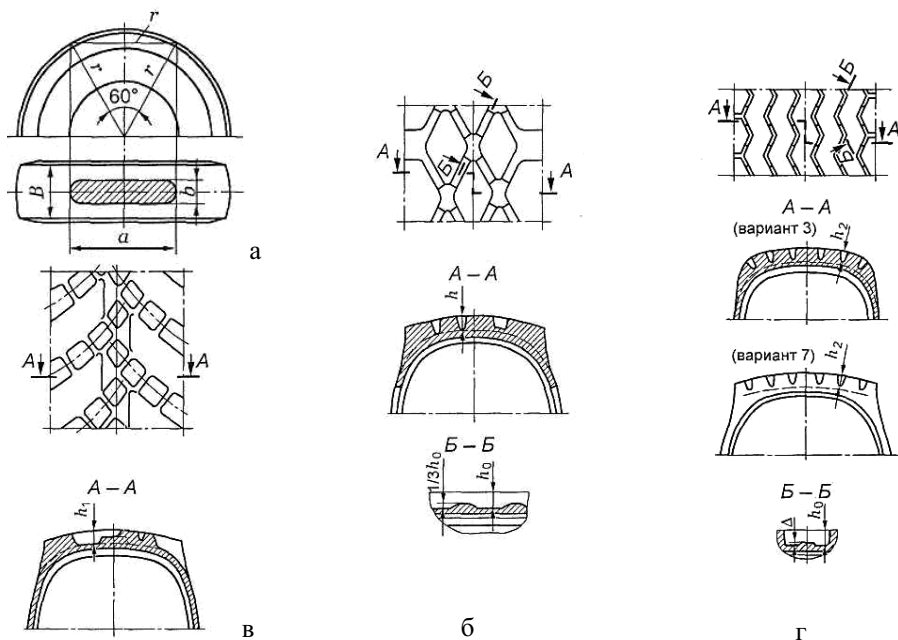


Рис. 6.13. Места измерения предельного износа протектора и их параметры:

а – зона предельного износа протектора (заштрихована на беговой дорожке); б – пересечение канавок на протекторе с универсальным рисунком с полумостиками; в – основание шашек центрального пояса беговой дорожки; г – ряд индикаторов предельного износа протектора

Ширина предельного износа протектора не должна превышать половины ширины беговой дорожки $b < B/2$ (рис. 6.13, а). Длина предельного износа протектора не должна превышать $1/6$ длины беговой дорожки, то есть $a < \pi r/3$.

Для протектора с универсальным рисунком, с полумостиками (рис. 6.13, б) предельный износ протектора измеряется в местах пересечения канавок, $h_0 = 1/3h$.

Для протектора с рисунком, показанным на рис. 6.13 (в), предельный износ измеряется у основания шашек центрального пояса беговой дорожки (h_1).

Для протектора с рядом индикаторов предельного износа (рис. 6.13, г) высота выступов индикаторов (Δ) соответствует предельной остаточной высоте рисунка протектора.

При равномерном износе беговой дорожки протектора шины, который определяется по результатам четырех измерений протектора шины в равноудаленных друг от друга местах посередине беговой дорожки протектора шины, следует выбрать для проверки любой расположенный посередине беговой дорожки участок вышеуказанных размеров. Если результат измерения свидетельствует о несоответствующей остаточной глубине протектора беговой дорожки, шина бракуется.

При наличии шин повышенной проходимости следует проверять отсутствие несоответствующего износа беговой дорожки протектора шин между

грунтозацепами, причем, как указано выше, для шин без индикаторов наличия предельного износа. Проверка проводится с применением специального прибора для измерения остаточной глубины рисунка протектора. В случае результата измерения, свидетельствующего о несоответствующей остаточной глубине протектора беговой дорожки, шина бракуется.

При наличии шин, имеющих индикаторы наличия предельного износа беговой дорожки протектора, в случае появления одного индикатора наличия предельного износа шину следует браковать.

Шины не должны иметь механических повреждений (пробоев, сквозных и несквозных порезов, разрывов, обнажения корда или расслоения корда (протектора и боковой части шины), вздутия (шишек). Не должно быть нарушения формы шины (внутреннего дефекта корда). В протекторе не должно быть посторонних предметов. При наличии сдвоенных колес не должно быть посторонних предметов между шинами. Шины не должны иметь просроченного срока службы. Нормативный срок службы резинотехнических изделий составляет 7 лет.

Шины автотранспортного средства по размеру и допустимой нагрузке должны соответствовать требованиям завода-изготовителя. Автотранспортное средство должно быть укомплектовано шинами также и в соответствии с правилами эксплуатации автомобильных шин. На передних осях легковых автомобилей, автобусов и грузовых автомобилей не следует применять шины с отремонтированными местными повреждениями, а также восстановленные методом наварки. На одной оси автотранспортного средства не допускается установка шин с диагональным и радиальным расположением нитей корда, а также различного рисунка или различного направления рисунка протектора.

Следует также проверять отсутствие несоответствующего функционирования золотников шин. Вентильные отверстия в дисках должны быть совмещены с золотниками, причем не допускается перекоса (неперпендикулярности по отношению к ободу колеса) золотников шин.

Не допускаются механические, усталостные повреждения или коррозия дисков, ободьев, бортовых колец, замковых колец, а также болтов шпилек или гаек крепления колес. Все элементы крепления (болты, шпильки или гайки, замковые и бортовые кольца) дисков и ободьев колес должны быть на своих местах. Не допускается несоответствующая фиксация элементов крепления дисков и ободьев колес.

Следует проконтролировать отсутствие несоответствующего состояния запасного колеса, а также наличие размещения запасного колеса в предусмотренном конструкцией автотранспортного средства месте. Запасное колесо должно быть зафиксировано должным образом в соответствии с требованиями завода-изготовителя.

Необходимо проконтролировать отсутствие несоответствующего состояния подшипников колес и люфта колес. Эту проверку следует выполнить, вывесив колесо, и с применением приспособления с индикатором часового типа. Не допускается при вращении колес наличие несоответствующего шума (стуков, скрежета), а также заедания колеса при вращении.

Рисунок протектора влияет на топливно-экономические и тягово-сцепные свойства автомобиля. По мере изнашивания протектора возрастает вероятность дорожно-транспортных происшествий, ухудшаются тягово-сцепные качества шин на загрязненных, увлажненных или заснеженных дорогах. Однако на сухих дорогах шины с изношенным протектором имеют меньшие потери на деформацию, что уменьшает сопротивление качению и обеспечивает снижение расхода топлива.

Шины с универсальным, зимним и всесезонным рисунками протектора имеют повышенное сопротивление качению. При их использовании на очищенных дорогах с хорошим покрытием эксплуатационные и экономические характеристики автомобиля ухудшаются. Так, при увеличении сопротивления качению на 20% расход топлива увеличивается на 2,5-3%.

На управляемые колеса при эксплуатации автомобиля на хороших дорогах рекомендуется устанавливать шины с продольными канавками рисунка протектора. Это уменьшает расход топлива. На ведущую ось рекомендуют устанавливать шины с дополнительными поперечными канавками, для улучшения сцепления с дорогой. На одной оси должны быть установлены шины одной модели и размера, иначе возможен боковой увод автомобиля и, как следствие, неравномерный износ протектора.

Причины снижения ресурса шин и протектора (рис. 6.8). Ресурс шин определяется наработкой до предельно допустимого износа протектора или до возникновения какого-либо повреждения: оголения нитей корда, отрыва протектора, вздутия, пробоя, отрыва борта и т. д.

Ухудшение дорожного покрытия сокращает ресурс шин на 25% на гравийно-щебеночных дорогах и на 50% на каменистых разбитых дорогах.

На нагрев шины влияет температура окружающего воздуха. Оптимальный температурный режим шины 70-75 °С и уже при этой температуре склонность к остаточной деформации возрастает. При нагреве шины до температуры 100 °С износостойкость резины и прочность связи между резиной и кордом снижаются в полтора-два раза. Нагрев до 120 °С считается опасным, выше – критическим: при неправильной эксплуатации возможно возгорание шины.

Для уменьшения нагрева шин в летнее время года необходимо делать остановки в пути, не превышать скорость движения, соблюдать нормы давления воздуха в шинах и нагрузки на колесо.

Перегрузка шины на 10% снижает ее ресурс на 20% в основном из-за перегрева. Это можно компенсировать снижением скорости движения.

При понижении температуры эластичность резины уменьшается. При температуре ниже -10...-15 °С жесткость резины значительно повышается, а при температуре -40...-45 °С шины становятся хрупкими.

При температуре -40 °С и ниже непрогретые шины из неморозостойкой резины при резком трогании автомобиля с места и ударах могут растрескаться, лишь специальные морозостойкие сорта резины могут сохранять эластичность даже при температуре -50...-55 °С. Поэтому монтаж и демонтаж шин на морозе приводит, как правило, к разрушению боковин покрышек и образованию трещин на камере.

По этой же причине в начале движения при низких температурах окружающей среды, пока шина не прогрелась в результате внутреннего трения, необходимо воздерживаться от быстрой езды, выбирать дорогу с меньшими неровностями, не выполнять крутых поворотов и резких торможений.

Изменение величины схождения управляемых колес на 1 мм (или боковой силы в точке контакта на 10-20 Н) приводит к повышению расхода топлива на 5%, а при снижении давления воздуха во всех шинах на 0,1 МПа по сравнению с нормальным – на 10%.

Скорость движения также влияет на скорость изнашивания. Так, при скорости 140 км/ч износ примерно в два раза выше, чем при скорости 60 км/ч. При увеличении силы тяги или тормозной силы скорость изнашивания шины возрастает в геометрической последовательности.

Повышенное или неравномерное изнашивание шин могут вызывать следующие факторы:

- нарушение углов установки передних колес;
- большой износ шаровых и резинометаллических шарниров подвески;
- дисбаланс колес.

В процессе эксплуатации по мере износа протектора шин ухудшается сцепление колес с дорогой и возрастает вероятность заноса автомобиля. Так, например, значение коэффициента сцепления колес с дорогой, протектор шин которых изношен до полного исчезновения рисунка («лысые шины»), почти в 2 раза меньше, чем у новых шин. Поэтому эксплуатация автомобиля с «лысыми шинами» недопустима.

При больших скоростях движения шина может войти в режим так называемой «критической скорости качения», при котором в шине возникают резонансные явления, приводящие к резкому повышению температуры, близкой температуре начала развулканизации резины, когда связь каркаса шины и резины нарушается и достаточно нескольких минут, чтобы шина разрушилась. В шине с недостаточным давлением критическая скорость разрушения наступает при меньших значениях.

Представленные в табл. 6.1 диагностические признаки неисправностей шин и ходовой части позволяют определить возможные их причины.

Методы диагностических исследований изнашивания и разрушения шин приведены на рис. 6.14. Применяемые методы и средства неразрушающего контроля технического состояния шин описаны в работе [15].

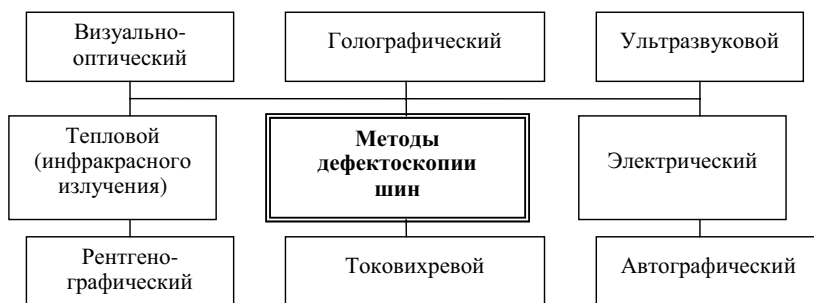


Рис. 6.14. Методы дефектоскопии шин

Взаимосвязь неисправностей ходовой части с неисправностями подвески и рулевого управления частично представлена в табл. 6.10

Таблица 6.10

Взаимосвязь неисправностей ходовой части, подвески и рулевого управления

Признаки	Вероятные причины неисправности
Нарушена курсовая устойчивость автомобиля	На одну ось установлены колеса различного типоразмера, либо их шины накачаны с различным давлением. Дефект шин. Изношены компоненты подвески или рулевого привода. Нарушена регулировка углов установки передних колес. «Прихвачены» тормозные механизмы передних колес. Нарушена регулировка преднатяга колесных подшипников. Сломаны или «просели» винтовые пружины. Ослабли колесные гайки. Геометрия подвески или рулевого привода нарушена в результате аварии
Рыскание или общая курсовая неустойчивость автомобиля	На одну ось установлены колеса различного типоразмера, либо их шины накачаны с различным давлением. Нарушена балансировка колес. Неравномерно накачаны шины. Ослабли колесные гайки. Недостаток смазки ШРУСов и наконечников рулевых тяг. Изношены амортизаторы. Ослабло крепление стабилизатора поперечной устойчивости. Сломаны или «просели» винтовые пружины/рессоры. Нарушена регулировка углов установки передних колес. Изношены компоненты рулевого привода или подвески, либо их шаровые опоры и/или резинометаллические втулки
Люфт колес и повышенная вибрация автомобиля	Нарушена балансировка передних колес (вибрация заметнее всего передается через рулевое колесо). Нарушена балансировка задних колес (вибрация заметнее всего передается через кузов автомобиля). Нарушена регулировка преднатяга колесных подшипников. Изношены компоненты стоек подвески. Ослабли колесные гайки. Неодинаково накачаны шины. Повреждены или деформированы колесные диски. Повреждены шины. Изношены компоненты рулевого привода или подвески, либо их шаровые опоры и/или резинометаллические втулки. Поврежден маятниковый рычаг рулевого привода. Изношена шаровая опора(ы)

6.5. Контроль технического состояния ходовой части на стендах

6.5.1. Подготовка автомобиля к испытаниям и измерениям

Перед выполнением операций контроля и регулировки следует проконтролировать следующее:

1. Наличие нормативного давления воздуха в шинах. Помимо контроля и регулировки давления воздуха в шинах следует проверить техническое состояние шин.

2. Суммарный люфт рулевого колеса. Для легкового автомобиля он должен быть не более 10 градусов. Для автобусов – не более 20 градусов. Для грузовых автомобилей – не более 25 градусов. Для грузовых автомобилей и автобусов, созданных на базе легковых автомобилей, – не более 10 градусов.

3. Наличие:

- нормального функционирования рулевого управления, а если автомобиль с гидроусилителем руля правильности его функционирования;
- допустимости осевого и радиального зазора, а также правильной фиксации шарниров рулевых тяг. Проверить на соответствие норме осевого и радиального зазора, а также фиксацию шаровых опор;
- хорошего состояния втулок шкворней, а также наличие соответствующей фиксации шкворня (при наличии шкворня);
- исправности рычагов или тяг подвески (в том числе их сайлентблоков);
- не должно быть подтормаживания колес;
- недопустимого люфта в подшипниках колес;
- биения колес. Если присутствует, следует заменить диски колес;
- правильной балансировки колес. При необходимости произвести балансировку.

4. Проконтролировать, чтобы автомобиль был заторможен ручным тормозом, а также установлен на ровную поверхность.

5. Проконтролировать наличие соответствующего положения подвески, а также состояние пружин, покачав несколько раз подвеску. Для этого следует несколько раз резко надавить с усилием 50 кг на передние и задние бамперы.

6. Загрузить автомобиль весом не менее 300 кг. Возможны различные способы имитации загрузки.

Установка управляемых колес легковых автомобилей проверяется по величине схождения и углам развала управляемых колес, а также по углам наклона шкворня поворотного кулака в поперечной и продольной плоскостях, по соотношению углов поворота управляемых колес, параллельности передней и задней осей, смещенности моста вбок и др. Измеренные текущие значения диагностических параметров сравниваются с нормативными значениями. В случае несоответствия необходимо провести регулировку или замену неисправных деталей.

Контроль и, если потребуется, регулировка углов установки колес производится в следующем порядке: сначала проверяют углы продольного наклона оси поворота и их разность, затем углы развала и их разность и в последнюю очередь – схождение колес. Контролю также подлежит наличие соответствующей установки рулевого колеса.

Для повышения точности параметров установки колес их регулировка должна производиться на автомобиле с полной массой на специальных стендах.

Параметры установки передних колес должны иметь значения, приведенные в табл. 6.2, 6.3, 6.4, а также в эксплуатационной документации.

6.5.2. Диагностическое оборудование

Для диагностирования ходовой части автомобилей применяют различные стенды, позволяющие контролировать и регулировать углы управляемых колес и проводить динамическую балансировку колес.

Классификация стендов:

1. По назначению: для экспресс-диагностирования; для углубленного контроля и регулировки углов установки колес; для балансировки колес.
2. По конструктивному исполнению стенды подразделяются на: площадочные; роликовые (барабанные); оптические; электрооптические; электронные и др.

6.5.2.1. Оптические стенды для измерения углов установки колес традиционной конструкции

Контроль углов установки колес легковых автомобилей осуществляется на платформенных стендах и, в основном, на оптических и электрооптических. К числу первых относятся стенд К-112, Testos-1 (Чехия), ВЕМ-682 фирмы Бем-Мюллер (Франция); к числу вторых - стенды К-111, 1119М, К-610, стенды польского производства РКО-1, РКО-2, РКО-4, РК-1 и др. [5]

Оптическое оборудование для измерения углов установки колес при диагностике переднего моста автомобиля делится на две группы: стационарное – стенды и переносное – приборы. По принципу действия стенды подразделяются на механические, оптические, оптико-электрические и электрические, переносные приборы – на механические, жидкостные и оптико-электрические.

Стенд Motex-7546 (Чехия) предназначен для измерения углов установки колес автомобилей с ободами диаметром до 18 дюймов.

Тестер увода от прямолинейного движения SSP 2000 предназначен для экспресс-диагностики схождения колес. Определяет величину увода автомобиля от прямолинейного движения в мм/м. Имеет рамную конструкцию, предназначенную для проезда через его подвижную контрольную платформу колеса в заданном направлении и измерения ее горизонтального перемещения в направлении, перпендикулярном направлению проезда.

6.5.2.2. Традиционные стенды контроля боковых сил и положения мостов

Общее диагностирование переднего моста автомобиля по величине боковой силы производится при помощи стендов с беговыми барабанами и платформенных стендов.

Стенды с беговыми барабанами предназначены для измерения в динамике боковых сил, возникающих в местах контакта управляемых колес автомобиля с опорной поверхностью барабанов, регулировки величины схождения и получения диагноза: «объект исправен», «необходимо поэлементное диагностирование», «необходим ремонт». К таким стендам относится КИ-4872 (рис. 6.15).

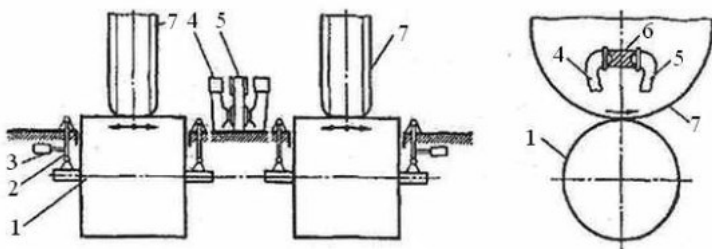


Рис. 6.15. Схема стэнда КИ-4872 с беговыми барабанами силового типа для проверки и регулировки установки передних колес:

1 – беговой барабан; 2 – маятниковая подвеска (серьга); 3 – индуктивный датчик боковой силы перемещения барабана; 4, 5 – передний и задний захваты; 6 – балка переднего моста; 7 – колесо автомобиля

При вращении беговых барабанов электродвигателями в местах контакта колес с барабанами возникают боковые силы. Под их воздействием барабаны перемещаются в осевом направлении. Величина перемещения барабана, пропорциональная боковой силе, фиксируется индуктивным датчиком и в виде электрического сигнала передается на измерительный прибор пульта управления.

Для измерения боковых сил автомобиль закрепляют на стэнде и включают электродвигатели. Затем при помощи рулевого колеса, наблюдая за приборами, добиваются равенства боковых сил на обоих колесах.

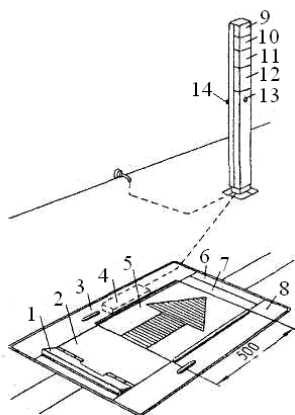


Рис. 6.16. Стэнд модели К-619:

1 – педаль управления; 2, 7 – неподвижные крышки; 3, 6, 8 – трапы; 4 – блок датчиков перемещения измерительной площадки; 5 – измерительная площадка; 9-12 – фонари разных цветов; 13 – контрольная лампа; 14 – тумблер

Платформенный стэнд проверки ходовых качеств предназначен для быстрой (инспекторской) оценки схождения управляемых колес автомобиля по величине перемещения платформ под воздействием боковой силы, возникающей при переезде через них управляемых колес автомобиля. К платфор-

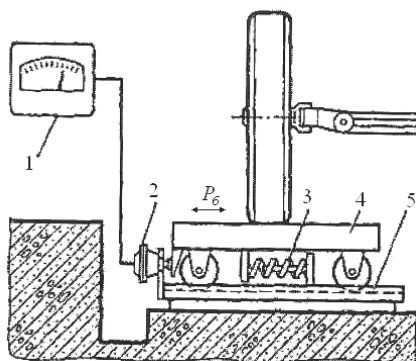


Рис. 6.17. Схема платформенного стэнда для диагностирования схождения колес:

1 – измерительное устройство; 2 – датчик боковой силы; 3 – пружина; 4 – подвижная площадка; 5 – направляющие

менным относятся стенд К-619 (рис. 6.16), К-612, Testos-1 (Чехия), 665 PL-J (Франция).

Платформенный стенд (рис. 6.17) состоит из подвижной платформы и измерительного устройства. При прямолинейном качении колеса через подвижные платформы в области контакта шины с опорной поверхностью возникают боковые силы, которые перемещают платформы стенда в поперечном направлении.

Измерительное устройство состоит из датчиков бокового перемещения, измерительных приборов (или предельных индикаторов) и пульта, фиксирующего сигналы датчиков.

Взаимное положение мостов проверяют с помощью специальных стендов, один из которых приведен на рис. 6.18. Продолжительность диагностирования 30-35 с. Чтобы обеспечить нормальное качение колеса автомобиля на дороге, необходимо точно придерживаться заданной геометрии элементов ходовой части автомобиля. В этом случае под термином «геометрия» подразумевают геометрию не формы, а взаимного положения механизмов и агрегатов. Взаимное положение элементов ходовой части существенно влияет на энергетику движения автомобиля, стабилизацию его на дороге, на износ шин, расход топлива и т. п.

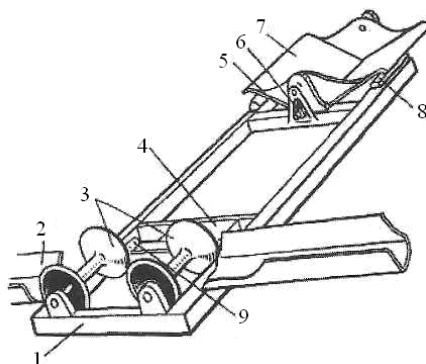


Рис. 6.18. Стенд для проверки взаимного положения мостов легковых автомобилей:

1 – рама; 2 – направляющие; 3 – фасонные ролики; 4 – блок питания; 5 – рычаг; 6 – потенциометр; 7 – призма; 8 – резиновые подушки; 9 – фиксатор

6.5.2.3. Стенды контроля ходовой части автомобилей последних моделей

Технические характеристики стенда для проверки правильности установки колес фирмы HOFMANN модель DYNALINER 288 приведены в табл. 6.11.

Таблица 6.11

Технические характеристики стенда модели DYNALINER 288

Параметры	Значение
Напряжение тока, В	220
Частота тока, Гц	50
Габаритные размеры (ширина×глубина×высота), мм	100×470×1630
Масса, кг	180

Стенд предназначен для измерения параметров колес передней оси или всех колес относительно геометрической оси движения легковых автомобилей с высокой точностью и микропроцессорной обработкой полученных значений.

Для установки колес необходим подъемник без боковых стоек. Подъемник модели Parolist 3500 в комбинации со стендом представляет идеальное оборудование.

Фирма «SCHENCK» (Германия) выпускает компьютерный стенд «HUNTER» моделей DIII, FIII, GIII для проверки правильности установки колес.

Стенд применяется для обслуживания колес легковых и грузовых автомобилей, автобусов.

Процесс проверки включает вызов из памяти номинальных значений измерения и регулировки установки колес. Информация выводится на экран стенда размером 29 см с приятным зеленым цветом (модель FIII и DIII соответственно) в текстовой или графической форме. Ввод номинальных значений и текстов в компьютер производится клавиатурой. Банк данных компьютера рассчитан на самостоятельный ввод номинальных значений по 75 различным типам автомобилей.

Измерение параметров колес передней оси или полное измерение четырех колес автомобиля относительно оси симметрии или геометрической оси движения производится двумя или четырьмя датчиками с кабельной или инфракрасной системой связи при компенсации биения обода с поворотом колес лишь на 180°. Для регулирования характеристик автомобиля используется графическое изображение поля допуска фактического и номинального значений.

Дополнительные комплектующие части: передвижной двухдверный комплекс с полкой для четырех измерительных головок; банк номинальных значений на 1500 типов автомобилей; принтер (стандарт DIN A4) для всех значений измерений и рисунков; бескабельное дистанционное управление с вызовом любого пункта программы; приемник дистанционной индикации с переключением программ для работы в осмотровой канаве.



Рис. 6.19. Стенд для диагностирования углов установки управляемых колес

Стенды PMS контроля углов установки управляемых колес представлены на рис. 6.19, а их технические характеристики – в табл. 6.12.

Принцип диагностики: две подвижные гидравлические площадки (рис. 6.19) имитируют все возможные нагрузки, испытываемые подвеской и рулевым управлением автомобиля в процессе движения; оценка состояния узлов и агрегатов автомобиля осуществляется визуально.

В комплект входят:

- две подвижные гидроплощадки;
- пульт дистанционного управления, вмонтированный в ручной фонарь;
- гидроагрегат.

Технические характеристики стенда для диагностирования углов установки управляемых колес напольного исполнения

Технические характеристики	PMS 3/2	PMS 3/X
Особенности	Подвижные площадки перемещаются на подшипниках скольжения по хромированным направляющим	В стандартную комплектацию входит пульт дистанционного управления
Максимальная нагрузка на ось, т	3	3,5
Ход площадок, мм	100	100
Объем масла, л	5	40 (с гидросистемой подъемника)
Максимальное осевое усилие на каждую площадку, кН	11	11
Размеры площадки, мм	625×625×150	500×500×120
Максимальное давление в гидروприводе, МПа	12	12
Мощность гидроагрегата, кВт	2,5	2,5/5,5 (подъемник)
Напряжение, В	380	-
Предохранитель, А	16	-

Стенд APD700-1 для диагностирования зазоров ходовой части показан на рис. 6.20.

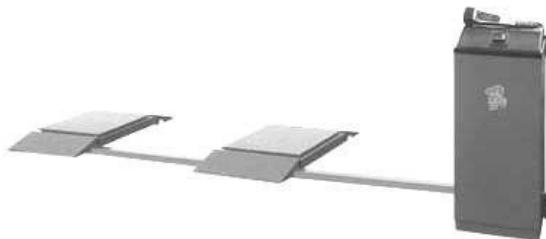


Рис. 6.20. Стенд APD700-1 для диагностирования зазоров ходовой части

Детекторы зазоров ходовой части предназначены для выявления неисправностей в шарнирных соединениях, сайлентблоках, креплениях амортизаторов ходовой части легковых и грузовых автомобилей.

Принцип работы: специальные площадки, на которые устанавливаются колеса автомобиля, передают продольные, поперечные, продольно-поперечные колебания (по диагонали 45°). Контроль соединений осуществляется визуально с помощью подсветки, вмонтированной в переносной пульт управления.

Стенды могут монтироваться на осмотровой яме, эстакаде, подъемнике (в двух исполнениях: с углублением или установкой на поверхности).

Техническая характеристика стенда приведена в табл. 6.13.

К стендам полностью бесконтактного измерения геометрических параметров ходовой части автомобилей относятся стенды SICE и BEISSBARTH.

**Технические характеристики стенда APD700-1
для диагностирования зазоров ходовой части**

Характеристика	Значение
Габариты, мм	800×800
Максимальная нагрузка на ось, кг	1800
Рабочее давление, МПа	13
Движение платы 1	Поперечное и продольное
Движение платы 2	Поперечное и продольное
Порядок движения	Один за другим
Усилие смещения, кг	1260

Стенд SICE (Италия). Это кордовый стенд, который может укомплектовываться двумя или четырьмя измерительными устройствами с возможностью измерения только колес передней оси или всех колес автомобиля.

Стенд BEISSBARTH (Германия). Стенд выпускается в нескольких вариантах:

- шестисенсорный;
- восьмисенсорный;
- с кабельной передачей данных;
- с радиосигналом.

Этот стенд позволяет быстро и качественно выполнять измерение всех углов колес и максимальный поворот колес без электронных поворотных плат и адаптеров.

Новый стенд фирмы Beissbarth работает полностью бесконтактным способом (рис. 6.21). Измерение геометрических параметров ходовой части может производиться уже во время приемки автомобиля, что позволяет сразу определить объем и виды необходимых регулировок и ремонтных работ.



**Рис. 6.21. Стенд для измерения углов установки колес
фирмы Beissbarth**

Преимущества стенда заключаются в снижении трудоемкости за счет исключения установки и снятия специальных колесных адаптеров, а также в исключении повреждения колес навесными кронштейнами.

Основным элементом бесконтактной системы измерения углов установки колес фирмы Beissbarth являются четыре связанных друг с другом чувствительных элемента измерительного устройства, которые могут рассчитать точное положение и установку колес в пространстве. Для этого каждая измерительная головка имеет по две инфракрасные камеры (рис. 6.22). Для измерения положения колеса в пространстве оно «освещается» несколькими сотнями инфракрасных светодиодов, которые расположены в измерительной головке вокруг камеры. Измерительные головки передают свои данные через традиционную компьютерную сеть на компьютер измерения углов установки колес. Предусмотрено соединение измерительных головок посредством сети WLAN.



Рис. 6.22. Измерительные головки станда легко монтируются на традиционной площадке

Оценка видеоданных при этом происходит уже в измерительных головках, так что количество передаваемых данных невелико, это снижает риск ошибок. На экране (рис. 6.23) графически высвечиваются все измеренные данные по схождению, развалу и углам.

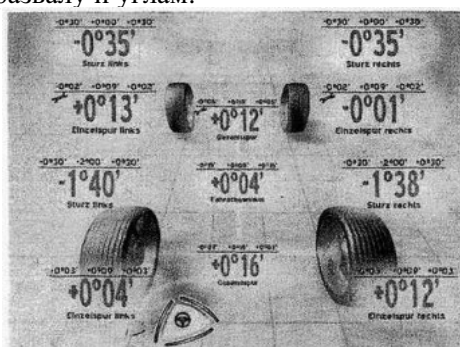


Рис. 6.23. Пример видеоданных:

символ в виде гаечного ключа указывает, где нужна регулировка

Подготовка станда к работе. Четыре измерительные головки станда располагаются на расстоянии примерно 70 см от колеса и приблизительно параллельно оси движения автомобиля. Система датчиков четырех измерительных головок образует единый измерительный контур. Для этого каждая измерительная головка должна иметь «свободный обзор» к обоим соседним головкам. Если, например, визуальный контакт между двумя измерительными головками по какой-либо причине прерывается, механик получает информацию о неисправности (рис. 6.23). Для этого достаточно только трех визуальных

контактов, чтобы однозначно установить положение измерительных головок друг относительно друга, поскольку в программном обеспечении имеется специальная программа «Спойлер», которая обходится всего тремя визуальными контактами (рис. 6.24, 6.25).

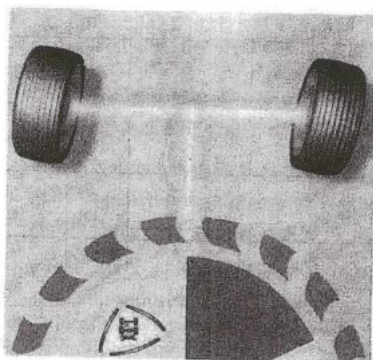


Рис. 6.24. Программа угла поворота рулевого колеса:

указывает пользователю достигнут или нет заданный угол поворота рулевого колеса

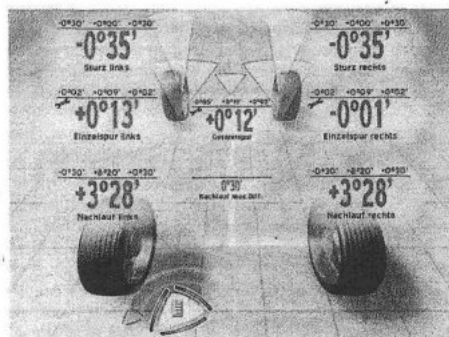


Рис. 6.25. Трехмерное изображение: удобно, чтобы объяснить клиенту уже во время приемки автомобиля необходимые работы по регулировке

Допуски на расстояние и параллельность при установке измерительных головок достаточно большие, что очень удобно в условиях АРМ. Даже значительные отклонения от правильного положения система корректирует сама. Преимущество стенда в том, что измерительные головки постоянно рассчитывают свое положение относительно друг друга и, таким образом, тотчас корректируют ошибочные измерения вследствие возможных толчков измерительной головки, если механик нечаянно ее заденет. То же самое происходит, если измерительная система смонтирована на четырех кронштейнах на подъемной платформе и для регулировки поднимается вместе с ней. Таким образом, для стенда подходит традиционная измерительная площадка, которая, имеет обычные сдвижные пластины и поворотные тарелки для колес (для свободной незакрепленной установки автомобиля). Специально для регулировочных работ Beissbarth предлагает съемные монтажные пластины для установки на подъемнике. Возможна также установка на просмотровой яме. Как и у традиционных измерительных площадок необходимо наличие поворотных тарелок и сдвижных пластин.

Программное обеспечение. Новым является не только сам бесконтактный метод измерения, но и программное обеспечение для измерения углов установки колес и их последующей регулировки (рис. 6.23-6.25). Во-первых, следует отметить наглядность и четкость руководства для пользователя. Стартовый экран и все последующие содержат только необходимые для следующего логического рабочего хода панели обслуживания. Программное обеспечение подходит для всех традиционных ПК, оснащенных Windows XP.

Возможно удобное бескабельное соединение, как это предлагается в случае оснащенного WLAN персонального компьютера.

Во-вторых, программное обеспечение в состоянии определить и предложить пользователю следующий рабочий шаг. Поэтому конструкторы Beissbarth назвали свою систему Orakel. Как только автомобиль установлен на измерительной площадке и запущена программа, в новом окне появляются все необходимые измерительные данные. Пользователь может, не задумываясь, следовать подсказкам программы. Рабочие шаги изображены графически, так что пользователь системы может во время работы следить за тем, что он делает на экране. Зеленые (в порядке) или красные (требуется регулировка) поля и цифры сигнализируют пользователю соответственно все в порядке или нужно еще что-либо регулировать.

Очень распространены и хорошо себя зарекомендовали **стенды FWA 510, FWA 515, FWA 411 фирмы Bosch**. Преимущество этих стендов состоит в том, что следящая система стендов позволяет мгновенно выявлять любые отклонения в измерениях, которые могут возникнуть из-за нарушения уровня подъемника или отклонения калибровочных характеристик. Датчики, которыми оборудованы стенды, дают возможность очень точно выполнять измерения на ходовой части. С их помощью можно определить даже незначительные отклонения параметров.

Стенд FWA 411 рекомендован для использования на авторизованных станциях мировых лидеров автомобилестроения. Управляется мощным IBM-компьютером. Предназначен для высокоточного измерения геометрии всей ходовой части легковых автомобилей, имеет 6-8 датчиков инфракрасной измерительной техники и постоянный контроль точности системы (DSP258).

Инфракрасная измерительная техника и электронные поворотные платы регистрируют все измеряемые параметры. Управление стендом простое, диагностирование осуществляется за несколько минут. Нажимая на одни и те же клавиши, механик управляет измерением геометрии автомобиля. Стенд имеет самоцентрирующееся зажимное устройство для стальных и алюминиевых дисков колес, экономится время на процесс закрепления датчиков. Удобный для восприятия результат измеренных параметров в цифровом и графическом виде. Автомобили идентифицируются с помощью простого интерактивного меню. Все измеренные параметры задней и передней оси регистрируются в одном процессе измерения.

Измеряемые параметры: биение ободьев, общее схождение, индивидуальное схождение, развал, продольный наклон шкворня, поперечный наклон шкворня, разность схождения и максимальный угол поворота, расхождение оси симметрии и оси движения, поперечное смещение оси.

Инструкцию по использованию стенда с рисунками для диагностируемого автомобиля можно вывести на экран дисплея. Измеренные параметры можно распечатать, чтобы сравнить с нормативными. Программное обеспечение содержит оценку и анализ измеренных параметров.

Общий вид стенда FWA 515 представлен на рис. 6.26.

Состав стенда FWA 515:

1 – монитор: изображение рабочих страниц с иллюстрацией угла измерения, команды управления выведены на левую панель;

2 – место для принтера: принтер предназначен для распечатки бумажных копий результатов проведенного измерения;

3 – клавиатура: для выбора доступной части программы и ввода буквенно-цифровых данных. Клавиша ENTER активирует ту функцию, которая выбрана с помощью курсорных клавиш. Нажатие клавиши ESC возвращает программу на один шаг назад;

4 – место для компьютерного блока: в компьютере содержится программа диагностики развала-схождения автомобиля. Электронная система контроля установки колес находится там же;

5 – главный провод питания с выключателем на правом нижнем боку корпуса;

6 – датчик с держателем: подключает контакты к батарее FWA 515;

7 – разъем подключения датчика: для подключения сенсоров через кабели данных;

8 – приемник для беспроводных датчиков (только FWA 515). Данные передаются на электронный контроль радиоволнами.

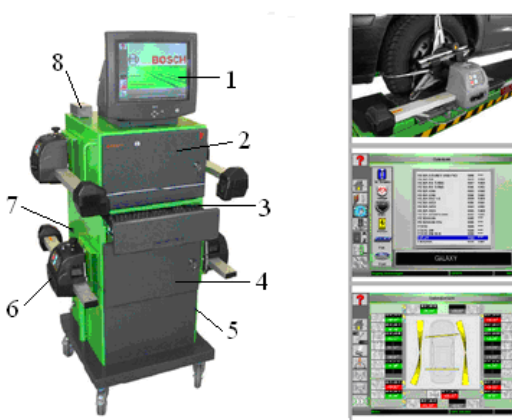


Рис. 6.26. Стенд FWA 515 с сенсорами и монитором

Система анализа геометрии ходовой части FWA использует восьмисенсорные измерительные инфракрасные датчики, которые создают замкнутую измерительную линию вокруг автомобиля. Электрический уровень, встроенный в каждый датчик, контролирует положение измерительной головки и выдает сигнал о необходимости коррекции.

Кроме обычных измерений, выполняемых системой (продольный наклон оси поворота колеса, развал, схождение) восьмисенсорная измерительная система позволяет выполнять дополнительные измерения: смещение передней и задней оси относительно перпендикуляра движения, смену базы, смещение оси симметрии относительно оси движения. Восьмисенсорная технология дает возможность постоянного контроля точности измерений, даже во время проведения регулировочных работ на автомобиле. Принцип контроля: программа постоянно сканирует сумму углов четырехугольника, так как измерительная

система представляет собой замкнутый инфракрасный контур. Если эта сумма не равна $360^{\circ} \pm 5'$, то на экран выдается сообщение об ошибке. Этот контроль позволяет избегать ошибок при регулировании на неисправном стенде.

Модель стенда Bosch FWA 515 производится в бескабельном варианте с радиодатчиками, что делает систему более гибкой. Последовательность измерений может быть выбрана в соответствии с индивидуальными требованиями. Система имеет экстраопцию CD-мультимедиа, которая содержит фото и видеоинформацию на автомобиль любой марки с указанием точек и процесса регулирования. CD также содержит информацию об инструменте, который необходим для выполнения работ по обслуживанию ходовой части.

На сегодня фирмой Bosch разработана новая серия стендов для контроля и регулирования углов установки управляемых и неуправляемых колес автомобиля. Это стенды FWA 4332, 4330, 4310, а также серии FWA 4410, 4415, 4430, 4432, 4435 и 4437. Стенды серий FWA 44xx пришли на замену стендам серии FWA 43xx. Эти стенды могут управляться от стандартных PC или ноутбуков. Стенды серий FWA 44xx отличаются высокой точностью и упрощенной процедурой измерения продольного наклона оси поворота колеса 20° с помощью УЗС-технологии (Устройства с Зарядной Связью), то есть CCD-технология (англ.). Стенды серии FWA 43xx работают только с шестисенсорной техникой, а серии FWA 44xx работают только с восьмисенсорной техникой.

Устройства с шестисенсорной техникой позволяют проводить следующие измерения:

- схождение колес передней оси;
- разность между углами схождения;
- развал колес;
- поперечный наклон оси поворота колес;
- продольный наклон оси поворота колес передней оси;
- развал и поперечный наклон оси поворота колеса;
- угол между осями;
- смещение передней оси.

Эти устройства работают с разомкнутым контуром в инфракрасном излучении и имеют низкую цену.

Устройства с восьмисенсорной техникой дают следующие дополнительные измерительные возможности при измерении геометрии ходовой части:

- смещение передней и задней осей;
- разность ширины осей;
- разность базы;
- несовпадение оси симметрии и оси движения.

Устройства серии 44xx работают по замкнутому контуру в инфракрасном излучении.

Устройства серий FWA 4332, 4330, 4437, 4435, 4432, 4430 работают с передачей данных с помощью радиосигналов, что делает эти системы более гибкими.

Устройства серий FWA 4310, 4410 и 4415 оборудованы кабелями для передачи данных.

Аппаратная часть устройств FWA представляет собой стандартную стойку для всего диагностического ряда устройств от Bosch серии 43xx и 44xx (рис. 6.27, 6.28).

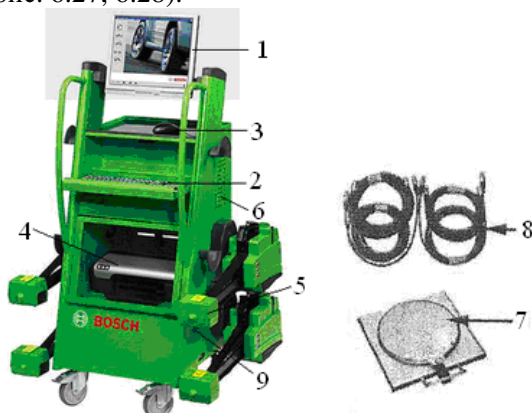


Рис. 6.27. FWA 43xx/FWA 44xx с принадлежностями (вид спереди):

1 – монитор; 2 – клавиатура; 3 – мышь; 4 – принтер; 5 – измерительная головка на зарядных станциях¹; 6 – системный блок персонального компьютера; 7 – поворотная плата; 8 – комплект проводов для измерительной головки; 9 – штепсельные гнезда для комплекта проводов²

Примечание:

1. Измерительные головки заряжаются, если устройство FWA подключено к сети, независимо от того, включена или выключена колодка штекерных разъемов.

2. Штекерное соединение стоит разъединять, освободив от фиксации. Запрещается раскручивать их, иначе это может привести к разрушению штекера.

Передними колесами автомобиля устанавливается на механические поворотные платы (рис. 6.29).

Для крепления измерительных головок на колеса автомобиля используют быстрозажимные фиксаторы (рис. 6.30).

Измерительные возможности стенда FWA 4410:

- общее схождение (передняя ось)+(задняя ось);
- независимый развал (передняя ось)+(задняя ось);
- развал колес;
- смещение колеса (передняя ось);
- угол между осями;
- продольный наклон;
- поперечный наклон шкворня;

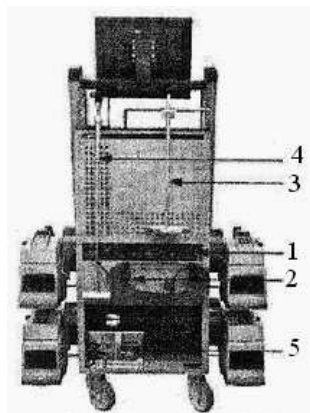


Рис. 6.28. FWA 43xx/FWA 44xx (вид сзади):

1 – колодка штекерных разъемов; 2 – кабельный барабан; 3 – стопор руля; 4 – натяжное приспособление для тормоза; 5 – распределительный бокс (кабель) или измерительный бокс (радио)

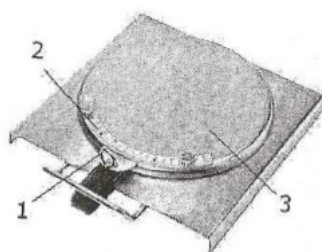


Рис. 6.29. Механическая поворотная плата:

1 – фиксатор; 2 – шкала; 3 – тарелка для колеса

- угол разности схождения;
- диапазон коррекции продольного наклона;
- боковое смещение влево/вправо;
- разница ширины колеи;
- смещение оси (задняя ось).

Дополнительные возможности измерений FWA 4410:

- смещение колеса (задняя ось);
- разница расстояний между осями колес.

Диапазоны и точность измерений представлены в табл. 6.14.

Типовой стенд 3D-технологии фирмы John приведен на рис. 6.31.

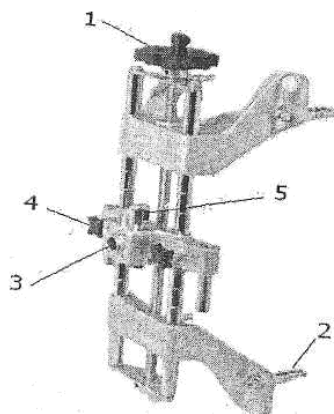


Рис. 6.30. Универсальный быстрозажимной фиксатор:

1 – вращательный шпиндель; 2 – зажимной кулачок; 3 – посадочное место для крепления; 4 – зажим; 5 – закрепительный винт

Таблица 6.14

Возможности измерений FWA 4410

Возможности измерений	Диапазон измерений	Точность измерений
Общее схождение (передняя ось)+(задняя ось)	$\pm 2^\circ$	$\pm 3'$
Независимый развал (передняя ось)+(задняя ось)	$\pm 2^\circ$	$\pm 2'$
Развал колес	$\pm 3^\circ$	$\pm 2'$
Смещение колеса (передняя ось)	$\pm 2^\circ$	$\pm 2'$
Угол между осями	$\pm 2^\circ$	$\pm 2'$
Продольный наклон	$\pm 18^\circ$	$\pm 4'$
Поперечный наклон шкворня	$\pm 18^\circ$	$\pm 4'$
Угол разности схождения	$\pm 20^\circ$	$\pm 4'$
Диапазон коррекции продольного наклона	$\pm 7^\circ$	$\pm 4'$
Смещение колеса (задняя ось)	$\pm 2^\circ$	$\pm 2'$
Разница расстояний между осями колес	$\pm 2^\circ$	$\pm 3'$
Боковое смещение влево/вправо	$\pm 2^\circ$	$\pm 2'$
Разница ширины колеи	$\pm 2^\circ$	$\pm 3'$
Смещение оси (задняя ось)	$\pm 2^\circ$	$\pm 3'$

Измерительная система «Призма» состоит из двух оптических мишеней и двух компактных измерительных блоков или портативных устройств («подов» – POD – Portable Device). Все элементы с помощью держателей крепятся на колесах автомобиля: мишени – на передних «лицом» в сторону задних колес, «поды» – на задних. Информация от измерителей поступает на центральную консоль по беспроводному каналу Bluetooth. В измерительных блоках смонтированы видеокамеры, отслеживающие перемещение колесных мишеней, установленных на колесах передней оси автомобиля. Относительное положение видеокамер контролируется с помощью ИК-датчиков.

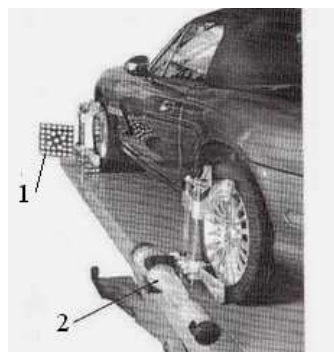
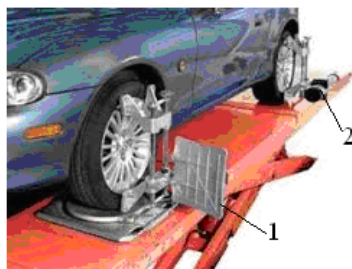


Рис. 6.31. Установка автомобиля на стенд 3D:

1 – колесная мишень; 2 – измерительный блок

Наличие в составе «Призмы» колесных измерительных блоков обуславливает методику измерений, отличную от «прокатывания» (рис. 6.32).

Компенсация биения дисков выполняется вращением вывешенных колес на небольшой угол. Параметры колес задней оси измеряются с помощью чувствительных микросхем, расположенных в «подах».

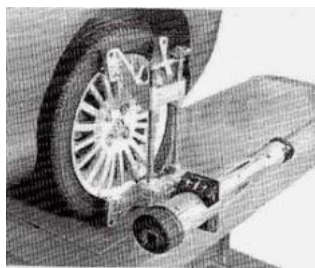


Рис. 6.32. Колесный измерительный блок

Исходные данные о геометрии передней оси (схождении, развале, углах продольного, поперечного наклона оси поворота и т. д.) система получает в процессе визирования мишеней при повороте передних колес, установленных на механические круги. Вся информация передается по каналу Bluetooth в центральную консоль и обрабатывается с помощью программного обеспечения. На экране отображаются все измеренные и вычисленные углы установки колес. По завершении работы оператор может распечатать цветной отчет с данными до и после обслуживания. Программа с предельно простым и логичным интерфейсом шаг за шагом предоставляет в распоряжение оператора подсказки в виде трехмерной анимации с деталями процедуры регулировки, инструкции по инструменту, запчастям и приспособлениям, а также самую полную базу данных с заводскими спецификациями параметров подвески 25000 автомобилей разных марок. Программное обеспечение стенда содержит ряд специальных функций, которые дают возможность контролировать углы установки колес с учетом высоты кузова, выявлять деформации рамы, отображать в режиме реального времени ход регулировки схождения и развала вывешенного колеса.

Контроль и регулирование углов установки колес с применением стендов с ПЭВМ. В состав таких стендов входит четыре цифровых видеокамеры (каждая для своей мишени), соединенные с ПЭВМ. На диски колес монтируются мишени (экраны). В процессе измерения производится перемещение

автомобиля вперед и назад в пределах 30-40 сантиметров, и при этом видеокамеры фиксируют изменение положения мишеней в пространстве. При повороте руля в обе стороны также фиксируется изменение положения мишеней в пространстве.

Примером стенда с ПЭВМ может служить мобильное устройство FWA 4630, которое по техническим характеристикам существенно не отличается от FWA 4410. **Мобильное устройство FWA 4630** (рис. 6.33, 6.34) используется со своей измерительной стойкой для определения параметров ходовой части легковых и малотоннажных автомобилей.



Рис. 6.33. Вид спереди устройства FWA 4630 с принадлежностями:

- 1 – монитор; 2 – клавиатура; 3 – мышь; 4 – принтер; 5 – измерительное устройство; 6 – системный блок персонального компьютера; 7 – поворотная плита; 8 – вставка; 9 – комплект проводов для измерительного устройства

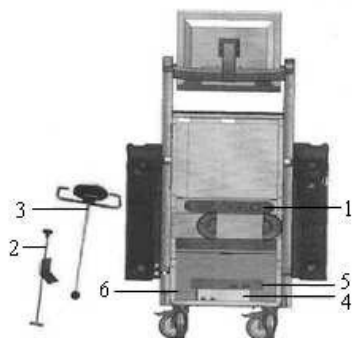


Рис. 6.34. Вид сзади устройства FWA 4630:

- 1 – колодка штекерных разъемов; 2 – натяжное приспособление для тормоза; 3 – стопор руля; 4 – Ethernet Switch (коммутатор для сети Ethernet); 5 – переходное устройство [Hub (концентратор)] Power LAN для измерительного устройства; 6 – распределительный блок

Базовая версия состоит из передвижной измерительной стойки с монитором, клавиатурой, мышью, ковриком для мыши, персональным компьютером, принтером и радиоизмерительными устройствами. На боковых стенках измерительной стойки установлены крепежные приспособления для предохранения измерительных устройств.

FWA 4630 позволяет определять:

- общее схождение (передняя ось)+(задняя ось);
- независимый развал (передняя ось)+(задняя ось);
- развал колес;
- смещение колеса (передняя ось);
- угол между осями;
- продольный наклон;
- поперечный наклон шкворня;
- угол разности схождения;
- диапазон коррекции продольного наклона;
- боковое смещение слева/справа;
- разницу в ширине колеи;

- поворот управляемых колес;
- разницу расстояний между осями колес.

Измерения следует проводить многократно для компенсации влияния возможного биения дисков колес на результаты измерений.

Параметры измерения устройства FWA 4630, диапазон измерений и их точность приведены в табл. 6.15

Таблица 6.15

Параметры, диапазоны и точность измерений FWA 4630

Возможности измерений	Диапазон измерений	Точность измерений
Общее схождение [(передняя ось)+(задняя ось)]	$\pm 2^\circ$	$\pm 3'$
Независимый развал [(передняя ось)+(задняя ось)]	$\pm 2^\circ$	$\pm 3'$
Развал колес	$\pm 3^\circ$	$\pm 3'$
Смещение колеса [(передняя ось)]	$\pm 2^\circ$	$\pm 2'$
Угол между осями	$\pm 2^\circ$	$\pm 2'$
Продольный наклон	$\pm 18^\circ$	$\pm 4'$
Поперечный наклон шкворня	$\pm 18^\circ$	$\pm 4'$
Угол разности схождения	$\pm 20^\circ$	$\pm 4'$
Диапазон коррекции продольного наклона	$\pm 7^\circ$	$\pm 4'$
Смещение колеса [(задняя ось)]	$\pm 2^\circ$	$\pm 2'$
Разница расстояний между осями колес	$\pm 2^\circ$	$\pm 3'$
Боковое смещение слева/справа	$\pm 2^\circ$	$\pm 2'$
Разница ширины колеи	$\pm 2^\circ$	$\pm 3'$
Смещение оси [(задняя ось)]	$\pm 2^\circ$	$\pm 3'$

Место размещения измерительных устройств обозначено пиктограммами на рис. 6.35.

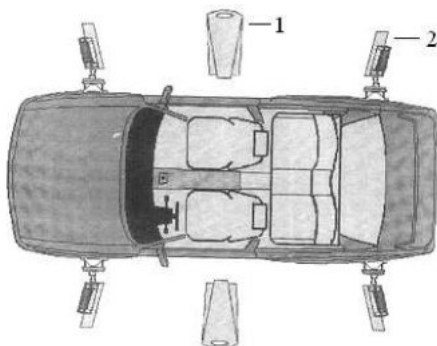


Рис. 6.35. Измерительные устройства слева и справа от транспортного средства:

1 – измерительные устройства с камерами; 2 – панели

Положение транспортного средства на измерительном стенде показано на рис. 6.36.

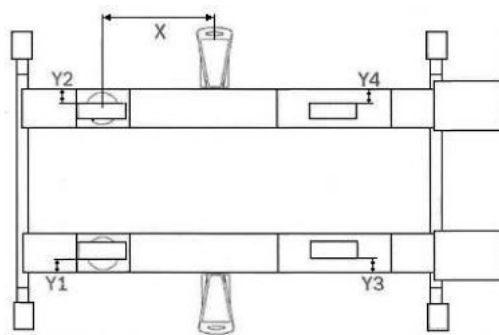
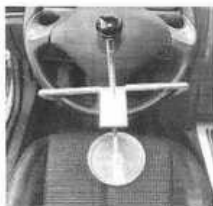


Рис. 6.36. Схема установки транспортного средства на стенде

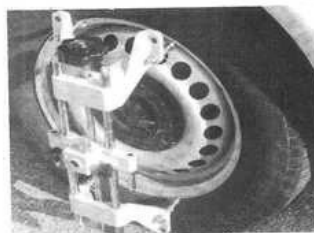
Минимальное расстояние для колесной базы 1860-2000 $X=(930...950)$ мм от центра поворотных плит до центра датчика. Максимальное расстояние $Y=200$ мм от наружного края шины до наружного края платформы. Расстояния $Y1$, $Y2$, $Y3$ и $Y4$ должны быть равными с допуском ± 40 мм.

Во время установочных работ рулевое колесо стопорится специальным устройством (рис. 6.37).

Зажимной фиксатор на ободе колеса крепится универсальным устройством (рис. 6.37, б), которое подходит для всех стальных и алюминиевых дисков от 10 до 20" и для всех автомобильных дисков без адаптерного отверстия. Панели (рис. 6.37) могут быть закреплены на зажимном устройстве при помощи фиксатора в произвольном порядке с выравниванием по уровню.



а



б

Рис. 6.37. Стопор руля (а) и универсальный быстрозажимной фиксатор (б)

Перечень предварительных операций по контролю технического состояния ходовой части при использовании лазерных стендов:

1. Поднять ось, на которой расположены подлежащие проверке колеса, с помощью домкрата.
2. Установить на диск одного колеса адаптер, предназначенный для крепления к диску колеса прибора для измерения углов и лазерного проектора. С помощью захватов адаптер следует зафиксировать на ободе колеса. Таким же образом на диск другого колеса установить другой адаптер.
3. Смонтировать на оси адаптера, установленного на левом диске, лазерный проектор, а также установить лазерный проектор на оси адаптера, установленного на правом диске.

4. Установить шкалы-приемники лазерного луча на соответствующие подставки как спереди, так и сзади автотранспортного средства. Причем расстояние между лазерным проектором и шкалой-приемником лазерного луча должно находиться в диапазоне 5-6 метров.

5. Включить лазерный проектор. Поворачивая диск колеса и, одновременно направляя луч лазерного проектора на шкалу-приемник, определить максимальное смещение луча в горизонтальной плоскости. Затем следует снова установить на диск колеса адаптер и повторять эту операцию несколько раз до такого расположения адаптера, в котором при вращении диска колеса отклонение луча в горизонтальной плоскости будет минимальным. Таким образом компенсируется влияние возможного биения дисков на результаты измерений. При выполнении работ следует учитывать, что случайное попадание лазерного луча в глаз вызовет его повреждение.

Проверка совпадения колеи передних и задних колес. Следует настроить положение шкал-приемников по отношению к левому и правому колесам передней оси. Пример монтажа шкал-приемников, адаптера и лазерного проектора при выполнении проверки совпадения колеи передних и задних колес показан на рис. 6.35, 6.36.

В случае если лазерный луч показывает одинаковые показания на левой и правой шкалах установленных как спереди, так и сзади автотранспортного средства, то это означает, что колеса проверяемой оси катятся прямо, параллельно линии диаметральной плоскости. При этом следует учесть, что при движении, например, загруженного грузового автомобиля возможно соответствующее незначительное смещение осей, связанное с наличием допустимых зазоров в соединениях элементов подвески и трансмиссии. Это также следует учитывать при выполнении проверки.

6.6. Регулирование углов установки колес

В процессе эксплуатации изменение углов установки колес происходит под влиянием сил, действующих на детали шасси во время движения. Имеются в виду постоянно действующие нагрузки, связанные с весом автомобиля и груза, или периодические. К периодическим относятся толчки или динамические удары, возникающие при преодолении неровностей дороги. В каждом случае они отличаются только величиной. Направлены они в одну и ту же сторону. Причем, общая тенденция такова, что изменение углов установки колес обычно происходит под действием веса автомобиля или силы сопротивления движению, то есть развала и схождения. Продольный наклон оси поворота под действием нагрузок, как правило, стремится к отрицательным значениям.

Причинами нарушения геометрических параметров ходовой части автомобилей, как правило, могут быть:

- ослабление креплений шаровых опор подвески или рулевых тяг;
- деформация, ослабление крепления или разрушение резинометаллических шарниров, сайлентблоков или втулок реактивных штанг;
- деформация рычагов подвески, рулевых тяг, амортизационных стоек и их опорных узлов;

- деформация опорной системы автомобиля (рамы или кузова), а также балок передней или задней подвески;
- разрушение или деформация рессор;
- нарушение упругости пружин;

нарушение упругости торсионных стержней, деформация стабилизаторов поперечной устойчивости или нарушение регулировок их тяг.

Поэтому перед измерением параметров геометрии необходимо убедиться в отсутствии в автомобиле любых из перечисленных неисправностей. Однако, некоторые из этих признаков (деформация опорной системы) могут быть выявлены, непосредственно в процессе измерений.

Регулировка угла схождения с применением линейки. При регулировке углов схождения на грузовых автомобилях с применением линейки точками, от которых базируется размер, являются края дисков колес. При регулировке схождения на дисках спереди ставят метки, так как развал и продольный наклон шкворня регулировке не подлежат, как, впрочем, и на некоторых легковых автомобилях. Затем автомобиль передвигают так, чтобы метки оказались повернутыми на угол 180° и измерения повторяют и усредняют. Таким образом, при установке углов компенсируется возможное влияние биения дисков колес на результаты измерений.

Регулирование углов установки колес. Угол развала, например, можно регулировать с помощью эксцентрика. Устанавливается требуемый угол, а затем эксцентрик фиксируется. На некоторых моделях автомобилей регулировка углов осуществляется путем перемещения шаровых опор или с помощью специальных подшипников. Возможны также конструкции с регулировкой с помощью передвижных кронштейнов. Кроме того, применяется регулировка с помощью шайб. Этот способ используют для всех параметров, кроме схождения. Схему регулировки с помощью шайб показано на рис. 6.38.



Рис. 6.38. Схемы регулирования углов установки колес с помощью шайб

Перед регулировкой следует очистить поверхности под установку шайб. При регулировке добавляется или убирается необходимое по результатам измерений количество шайб. При регулировке угла схождения регулировка осуществляется с помощью рулевых тяг. При этом хомуты следует установить разрезом вниз и не допускать смыкание их концов, а также их смещение по отношению к тягам.

Как видно из схемы, установка или удаление шайб, которые проставлены между деталями подвески и опорную систему автомобиля (балкой, рамой или кузовом), позволяет перемещать положение движущихся элементов под-

вески (как правило, поперечных колеблющихся рычагов) в направлении, указанном тонкими стрелками. Тогда площадь вращения колеса (рис. 6.38) или центр шарнирной опоры будут перемещаться в направлении, указанном толстыми стрелками. В таком случае будет изменяться угол развала (рис. 6.38.) или продольного наклона оси поворота. Этот способ лучше тем, что жестко и надежно фиксирует заданный размер, но имеет недостатки: ступенчатое регулирование и большую трудоемкость. У подвесок типа Макферсон величина продольного наклона оси поворота колеса регулируется изменением количества регулировочных шайб, установленных на обоих концах штанг стабилизатора.

Для увеличения угла продольного наклона оси поворота колеса необходимо добавить регулировочные шайбы. У подвесок автомобилей модели ВАЗ («восьмерок») продольный наклон оси поворота регулируется шайбами на стабилизаторе. Для увеличения угла продольного наклона оси поворота необходимо добавить количество шайб на растяжке в передней или уменьшить в задней ее части. И наоборот, для уменьшения угла необходимо добавить количество шайб в задней части растяжки.

После выполнения регулировки углов установки колес следует установить спицу или ось симметрии рулевого колеса в соответствующее положение. Для этого следует рулевые тяги, посредством которых регулируется сходжение колес, соответственно повторно отрегулировать по очереди с обеих сторон. Причем это целесообразно выполнить на тех автомобилях, где затруднена переустановка рулевого колеса. После выполнения этой операции следует повторно проверить угол сходжения.

Параметры, которые в технической характеристике указаны как нерегулируемые, могут быть доведены до нормы путем замены или ремонта деталей, влияющих на их значения. Понятно, что замена или ремонт любой из перечисленных деталей, влияющих на геометрию, требуют последующей проверки и регулирования.

Причинами плохой регулировки углов установки колес может быть:

- деформация оси нижнего рычага;
- деформация поперечины подвески в зоне передних болтов крепления осей нижних рычагов;
- износ резинометаллических шарниров (сайлентблоков) рычагов подвески.

Контрольные вопросы

1. Как существуют диагностические признаки неисправностей ходовой части автомобиля?
2. Приведите диагностические признаки и возможные неисправности ходовой части.
3. Объясните понятия «угол развала» и «угол сходжения» колес.
4. Как угол наклона шкворня в продольной плоскости влияет на изнашивание шин?
5. Какие существуют способы регулировки углов установки колес?
6. Как контролируют величину люфта в подшипниках ступиц колес?
7. Приведите перечень факторов, влияющих на износ и повреждение шин.
8. Как контролируют дисбаланс и биение шин, колес?
9. Как давление в шинах влияет на их износ?

10. Какие показания о состоянии давления воздуха в шинах предоставляются индикаторами?
11. Какие существуют методы и средства контроля технического состояния протектора шин?
12. Поясните взаимосвязь неисправностей ходовой части и технического состояния подвески и рулевого управления.
13. Как контролируют техническое состояние подвески на стендах?
14. Какие типы стендов применяются для диагностирования и регулировки ходовой части автомобилей?
15. Как производится контроль боковых сил установки колес?

7. СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ПОДВЕСКИ АВТОМОБИЛЯ

7.1. Неисправности подвесок

Работоспособное состояние систем подвески, ходовой части и рулевого управления тесно взаимосвязаны. Неисправности одной системы влияют на эксплуатационные свойства других систем.

Недостаточная плавность хода при неисправной работе амортизаторов, сопровождаемая частыми «пробоями» и раскачкой автомобиля, снижает комфортность, увеличивает динамические нагрузки на элементы автомобиля и сокращает срок их службы, способствует неравномерному износу протекторов шин и т. д. [1]

Основные неисправности подвесок:

- ослабление затяжки болтов, крепящих штангу стабилизатора поперечной устойчивости на лонжеронах кузова или на нижних рычагах подвески;
- износ резинометаллических шарниров (сайлентблоков) рычагов подвески;
- ослабление крепления амортизаторов или износ резиновых втулок проушин амортизаторов;
- износ деталей шаровых опор подвески;
- деформация кронштейна буфера хода сжатия и стойки передней части кузова;
- деформация полки усилителя верхнего рычага подвески;
- полный износ резиновых втулок верхних или нижних рычагов;
- деформация оси нижнего рычага;
- деформация поперечины подвески в зоне передних болтов крепления осей нижних рычагов;
- деформация поворотного кулака или рычагов подвески;
- неодинаковая упругость пружинных виброизоляторов подвески;
- увеличенный динамический ход рычагов подвески вследствие деформации кронштейна буфера сжатия;
- осадка пружин подвески;
- не работает стабилизатор поперечной устойчивости;
- увеличенный зазор верхней шаровой опоры;
- повышенный износ трущихся деталей шаровой опоры в результате ее загрязнения из-за негерметичности или повреждения пыльника;
- боковой крен ненагруженного автомобиля;
- осадка или поломка пружины (рессоры), пружинного виброизолятора;
- оседание резиновой втулки сайлентблока или деформация нижнего рычага;
- проседание передней части автомобиля;
- поломаны листы торсионов или пружины передней подвески.

Признаки неисправности подвесок:

- высокий уровень шума и стук при движении;
- подтекание жидкости из амортизатора или его стойки;

- повышенное раскачивание кузова автомобиля при движении по неровной дороге;

- крен кузова и увод автомобиля с прямолинейного движения.

Возможные неисправности подвески и их взаимосвязь с техническим состоянием ходовой части представлены на рис. 7.1, 7.2, 7.3.

Увод автомобиля от прямолинейного движения по горизонтальной дороге
Неодинаковое давление в шинах. Нарушение углов продольного наклона оси поворота. Нарушение углов развала передних колес. Разрушение и осадка одной из опор телескопической стойки. Неодинаковая осадка пружин передней подвески. Значительная разница в износе шин. Неодинаковая жесткость борта шины. Повышенный дисбаланс передних колес.
Повышенный или неравномерный износ протектора шины
Нарушены сходжение и углы установки передних или задних колес. Повышенная скорость при выполнении поворота. Слишком резкий разгон автомобиля с пробуксовкой ведущих колес. Частое пользование тормозными механизмами с блокировкой колес. Перегрузка автомобиля. Повышенный дисбаланс колес. Повышенный износ шаровых шарниров и резинометаллических шарниров подвески и рулевого привода. Погнуты лонжероны или кронштейны крепления стабилизатора и рычагов подвески.
Шум и стук при движении
Ослабло крепление скоб или шарниров штанги стабилизатора, поворотного кулака передней подвески, рычага рулевой трапеции, сайлентблоков рычагов подвески, опоры стойки. Износ резинового элемента опоры телескопической стойки или деформация фланцев ее арматуры. Износ подшипников передних колес или ослабление крепления гайки ступицы. Износ шаровых шарниров передней подвески и рулевого механизма. Осадка или поломка пружины передней подвески. Разрушение буферов сжатия или отбоя. Увеличенный дисбаланс передних колес.

Рис. 7.1. Возможные неисправности передней подвески, передних колес и их причины

Высокий уровень шума и стук в подвеске при движении могут быть вызваны следующими причинами:

- ослабление креплений деталей подвесок (стойки амортизатора, стабилизатора поперечной устойчивости, растяжек, реактивных штанг, гаек крепления колес);

- изнашивание или разрушение резинометаллических шарниров, резиновых подушек, втулок и буферов;

- деформация кронштейна буфера хода сжатия и стойки передней части кузова;
- повреждение подшипников ступиц колес;
- отсутствие смазки в шарнирных стойках;
- изнашивание шаровых опор шарниров рычагов передних подвесок, неисправность амортизатора или его стойки, осадка пружин, резиновых втулок, а также осадка или поломка рессор.

Увод автомобиля от прямолинейного движения
Осадка или поломка одной из пружин подвески. Изгиб рычагов или поперечной штанги. Износ сайлентблоков рычагов или сайлентблоков поперечной штанги.
Стуки и шум в подвеске при движении автомобиля
Неисправны амортизаторы. Ослабло крепление амортизаторов или износились втулки проушин амортизаторов и резиновые подушки. Износ сайлентблоков рычагов или сайлентблоков поперечной штанги. Осадка или поломка пружины амортизатора. Стук от «пробоя» подвески вследствие разрушения буфера хода сжатия или неисправности амортизаторов. Выход из строя подшипника ступицы.

Рис. 7.2. Возможные неисправности задней подвески и их причины

Ослабление креплений опор стоек амортизаторов, креплений растяжек, стабилизатора поперечной устойчивости и других деталей подвесок устраняется подтяжкой их креплений. Вышедшие из строя детали подвесок заменяют.

Подтекание жидкости из гидравлических амортизаторов или их стоек и повышенное раскачивание кузова автомобиля при движении свидетельствует о неисправности.

Крен кузова автомобиля возникает при неравномерной осадке пружин или рессор подвесок, а также при поломке листов рессор. Для устранения крена кузова производится контроль пружин и рессор и их замена. При устранении крена кузова заменяют одновременно обе пружины передней подвески и (или) обе пружины или рессоры задней подвески.

Наличие свободного хода (практически без сопротивления) штока двухтрубного амортизатора не всегда означает его неисправность. Возможно из-за хранения в горизонтальном положении воздух, находившийся в компенсационной полости, попал в рабочий цилиндр. Для восстановления работоспособности амортизатора его достаточно «прокачать», совершив несколько (3-5) полных ходов штока, удерживая амортизатор в вертикальном положении.

Стойка амортизатора негерметична, течь жидкости
Ослабла затяжка гайки резервуара виброизолятора. Повреждена или изношена резиновая манжета (сальник) штока или резиновое кольцо резервуара. Повреждена или изношена рабочая поверхность штока. Негерметичны сварные швы резервуара.
Шток стойки амортизатора имеет (без усилия) перемещение в начале хода сжатия или отбоя (растяжение), не устраняемое прокачкой
Уменьшено количество жидкости в стойке гидравлического амортизатора. Нарушена работоспособность впускного или перепускного клапана.
Стойка амортизатора не развивает достаточного сопротивления при ходе сжатия
Негерметичность клапана сжатия из-за засорения. Износ рабочей поверхности. Износ, деформация или разрушение (повреждение) деталей клапана сжатия или впускного клапана.
Стойка амортизатора не развивает достаточного сопротивления при ходе отбоя
Негерметичен клапан отбоя из-за засорения или повреждения его деталей. Уменьшилось усилие пружины клапана отбоя («осела»).
Нарушена работоспособность перепускного клапана. Износ деталей, приводящий к увеличенному перетеканию жидкости по зазорам или глубоким рискам изношенного поршня и его кольца, цилиндра, штока и направляющей
Стойка амортизатора развивает чрезмерное сопротивление в конце хода сжатия
Избыточное количество жидкости в стойке гидравлического амортизатора
В стойке амортизатора при резком перемещении штока наблюдаются стуки
Ослабла затяжка гайки резервуара или крепления поршня. Недостаточное количество жидкости в стойке гидравлического амортизатора.
В стойке амортизатора наблюдаются заедания при перемещении штока
Изгиб штока. Повреждение рабочего цилиндра стойки.

Рис. 7.3. Возможные неисправности стоек амортизаторов и их причины

7.2. Диагностические параметры подвесок

7.2.1. Диагностические параметры механических систем подвески

В процессе эксплуатации автомобилей могут появляться трещины и поломки листов рессоры, ушков коренных листов, боковое расхождение отдельных листов свыше 3 мм, образование зазора между листами более 0,5 мм на длине более 1/3 листа и другие.

Величина межлистового трения в рессорах определяется разностью между силами, действующими на рессору при нагрузке (прямой ход) и при обратном ходе. Сила трения для большинства конструкций рессор мало зависит от нагрузки. Межлистовое трение зависит от смазки рессор, числа листов и их состояния (поломки, задиры). Сила трения между листами составляет 2-20% статической нагрузки, воспринимаемой рессорой. Трение в рессоре можно считать «сухим трением». При отсутствии смазки между листами коэффициент трения в 3-5 раз больше, чем трение в рессорах, смазанных графитной смазкой.

В общем демпфировании колебаний за цикл трение в рессорах составляет примерно 15-50% (при несмазанных рессорах) от общих потерь в виброизоляторах и рессорах. С увеличением силы трения относительное перемещение кузова и колес во всех случаях уменьшается.

При блокировке рессор кузов колеблется за счет деформации шин. Так как их жесткость значительно больше жесткости рессор, то собственная частота колебаний кузова автомобиля резко возрастает.

Если «просела» одна из рессор или пружин, ее необходимо заменить новой, предварительно проверив ее жесткость. Желательно проверить жесткость рессоры или пружины, которая работала в паре с изношенной. Упругие элементы подвески справа и слева должны быть одинаковой жесткости.

Основными неисправностями в подвеске автомобилей являются поломка рессорных листов и пружин независимых подвесок, износ пальцев и втулок рессор, износ резинового буфера – ограничителя хода моста, ослабление крепления хомута рессор и стремянок, износ виброизоляторов, втулок стабилизаторов и др. Внешним проявлением этих неисправностей является появление значительных шумов и стуков при движении автомобиля и увеличение амплитуды колебаний кузова и колес автомобиля.

Диагностические параметры системы подвески приведены на рис. 7.4, в табл. 7.1.

При контроле технического состояния автомобилей необходимо уделять особое внимание исправности виброизоляторов и амортизаторов. Амортизаторы оказывают влияние на устойчивость и безопасность движения, тяговые качества, сохранность механизмов трансмиссии и деталей ходовой части автомобиля.

При потере жесткости (упругости) пружин виброизолятора передняя часть автомобиля опускается, рычаги подвески изменяют свои положения, что вызывает изменение угла развала, поперечного и продольного углов наклона шкворня.

Устойчивость автомобиля и безопасность движения сильно зависят и от интенсивности колебания колес. При увеличении частоты колебаний и частых отрывах колес от дороги возникает опасность заноса автомобиля. Движение автомобиля с большой скоростью по дороге со значительным числом неровностей сопровождается частым отрывом колес от дороги. Вертикальные нагрузки на колеса возрастают в 3-4 раза. В этом случае достаточно незначительного поворота рулевого колеса для возникновения боковых сил, которые могут вызвать аварию автомобиля. Возможны также и неожиданные разрывы шин.

Объекты диагностирования. Параметры и признаки технического состояния	
Элементы конструкции машины	
Колебания в контролируемой точке сидения водителя, пассажиров, мест расположения груза при движении: - амплитуда виброскорости, виброперемещений; - частота вибрации; - спектры колебаний параметров. Угол продольного наклона (кастер) автомобиля. Наличие резко выступающих деталей, рессор и кузова. Состояние крепления рессор, элементов подвески.	
Направляющий аппарат	
Состояние конструкций – внешние неисправности. Взаимное положение мостов машины. Перемещение элементов подвески (полный ход, ход отбоя и сжатия, их соотношение). Упругая характеристика «нагрузка-перемещение».	
Диссипативный аппарат	
Время гашения колебаний. Герметичность. Нагрузочная характеристика. Полный ход. Состояние крепления на машине и целостности конструкций.	
Стабилизирующий аппарат. Взаимосвязь с ходовой частью и рулевым управлением (их неисправность)	
Ослабление рессор. Деформация листов рессор. Крен кузова при наезде на одиночную неровность или при движении по траектории с минимальным радиусом поворота. Перемещение одного из концов стабилизатора. Создаваемая стабилизатором сила при максимальном сжатии подвески. Углы установки колес при сжатии и отбое. Угол развала по отношению к центру поворота колес.	
Гидропневматическая система амортизатора подвески	
Рабочее давление жидкости (газа) в системе. Герметичность или падение давления в гидропневмосистеме. Производительность гидравлических насосов (компрессоров). Уровень жидкости в системе, давление сжатого воздуха в ресивере. Температура агрегатов системы. Заряженность гидропневноаккумуляторов системы. Состояние (исправность) электрических и электронных систем управления гидропневмоподвеской. Негерметичность (утечки) системы. Проверка алгоритма управления.	

Рис. 7.4. Диагностические параметры подвески

Таблица 7.1

Диагностические признаки неисправностей подвески

Диагностический признак	Возможная неисправность
Частые «пробои» задней подвески и жесткие удары при переезде неровностей	Перегружен автомобиль. Рессоры потеряли упругость. Лист или несколько листов рессор поломаны. Неудовлетворительная работа виброизоляторов и амортизаторов
«Пробои» сопровождающиеся жесткими металлическими стуками	Повреждены или разрушены подушки рессор, ограничивающие ход подвески
Подтекание жидкости из гидравлических амортизаторов	Усадка уплотнительного кольца резервуара или ослабление затяжки гайки амортизатора. Износ резиновых сальников штока. Задиры или риски на штоке. Износ штока амортизатора
Неудовлетворительное усилие при ходе отдачи	Неправильное прилегание клапана отдачи амортизатора. Поломка или большой износ уплотнительных колец. Задиры на поршне, кольцах или цилиндре амортизатора
Недостаточное усилие при ходе сжатия	Деформация тарелки большого клапана. Наличие неровностей на посадочной поверхности под тарелку на корпусе клапана сжатия. Неплотное перекрытие клапана сжатия из-за попадания посторонних частиц
Стуки и скрипы в виброизоляторах и амортизаторах	Ослабление затяжки и износ подушек верхнего крепления передних и задних амортизаторов. Износ или ослабление затяжки гаек нижнего крепления задних амортизаторов. Чрезмерное количество жидкости в амортизаторах. Ось отверстия для штока не совпадает с осью цилиндра
Скрип рессор	Отсутствие смазки между листами рессор. Износ прокладок между листами или под хомутами рессор
Скрип в подвеске переднего моста	Износ резиновых втулок. Отсутствие смазки в резьбовых пальцах

В общем, техническое состояние подвески может быть оценено по величине затухания колебаний. Затухание свободных колебаний автомобиля возникает, в основном, вследствие трения в амортизаторах, рессорах, шинах и шарнирах рычагов подвески. Трение в рессорах и шарнирах является постоянным и почти не зависит от скорости относительных перемещений кузова и колес автомобиля. Трение в гидравлических амортизаторах пропорционально скорости относительных перемещений кузова и колес. Затухание колебаний в шинах также можно считать пропорциональным скорости колебаний. В шинах легковых автомобилей потери на внутреннее трение малы и ими можно пренебречь. В шинах грузовых автомобилей потери на трение могут достигать значительной величины и особенно при снижении давления воздуха в шинах.

7.2.2. Признаки технического состояния, определяемые органами чувств человека

Контроль технического состояния подвески производится по следующим внешним признакам:

1. Отсутствие:

- предусмотренных конструкцией оригинальных элементов рычагов, тяг, шарниров, цапф, поворотных кулаков, шкворней, сборок стоек, стабилизаторов, подрамников на своих местах;
- изменений конструкции подвески;
- контакта рычагов, тяг, шарниров, цапф, поворотных кулаков, шкворней, сборок стоек, стабилизаторов, подрамников, колес, шин со шлангами, трубопроводами или электропроводкой;
- механических повреждений, усталостных повреждений, коррозии рычагов, тяг, шарниров, цапф, поворотных кулаков, шкворней, сборок стоек, стабилизаторов, подрамников, балок, рамы или кузова в местах кронштейнов крепления элементов подвески;
- механических повреждений, усталостных повреждений, коррозии резьбовых соединений;
- несоответствующей фиксации резьбовых соединений (затяжки, шплинтовойки);
- несоответствующего осевого зазора, радиального зазора шкворней, шарниров, осей, пальцев, сайлентблоков или втулок рычагов, тяг, опорных подшипников стоек, подрамников;
- несоответствующей фиксации шарниров;
- механических повреждений, усталостных повреждений (разрывов, выпучивания, а также осевого смещения), старения резиновых элементов (сайлентблоков, втулок, шарниров) рычагов, тяг, стабилизаторов, сборок стоек, подрамников;
- механических повреждений, усталостных повреждений, старения защитных чехлов шарниров;
- механических повреждений, усталостных повреждений, старение пневморессор;
- рывков, заедания, шумов при перемещении рычагов, тяг, шарниров, поворотных кулаков, цапф, шкворней, сборок стоек;
- непредусмотренных конструкцией перемещений (превышающих установленные значения) рычагов, тяг, шарниров, поворотных кулаков, цапф, шкворней, сборок стоек;
- деформаций, усадки, механических или усталостных повреждений упругих элементов подвески (рессор, пружин, торсионов);
- перемещения хомутов по пакетам рессор, несоответствующей фиксации пакета рессор, а также коренных листов в передних и задних опорах;
- негерметичности гасящих элементов амортизаторов;
- механических повреждений, усталостных повреждений, старения резинотехнических изделий гасящих элементов: втулок, буферов отбойников, (разрывы, выпучивания);

- механических повреждений, усталостных повреждений, коррозии гасящих элементов;
- механических, усталостных повреждений, коррозии трубопроводов и элементов системы регулирования уровня пола подвески с пневморессорами;
- течи башмаков (балансирной подвески);
- несоответствующего расстояния между кузовом или рамой и верхней частью подвески.

2. Наличие:

- соответствующей смазки и состояния смазки в шарнирах (балансирной подвески);
- соответствующего функционирования системы управления подвеской (работоспособность системы регулирования уровня пола);
- соответствующего уровня и состояния масла в башмаках (балансирной подвески);
- соответствующего функционирования гасящих элементов (виброизоляторов) сборки стойки или отдельных амортизаторов.

Перечень контролируемых параметров применительно к конкретному типу автомобиля оформляют в виде таблицы.

7.2.3. Контролируемые параметры систем управления подвеской

В зависимости от того, какой параметр регулируют, системы поддрессовывания с изменяющимися характеристиками можно разделить на следующие группы систем управления:

- дорожным просветом (клиренс);
- силами сопротивления демпферных устройств;
- жесткостью пружинных элементов виброизоляторов;
- кинематикой направляющих устройств;
- системы комплексного управления, в которых одновременно изменяют жесткость пружинных элементов, силу сопротивления демпферных устройств, сохраняя неизменный дорожный просвет в пределах, выбираемых водителем [2].

Подвеска современного автомобиля может обеспечивать безопасность при определенных режимах движения (разгон, торможение, прохождение поворотов), а также качество перевозки грузов и комфорт перевозки пассажиров.

Существует несколько вариантов активных подвесок:

- гидравлические (Nivomat);
- пневматические (Airmatic);
- гидропневматические (Hydractive);
- электромагнитные (Bose).

Преимущества применения электронных систем:

- уменьшенная затрата энергии из-за устранения промежуточных циклов, во время торможения, ускорения и при движении на поворотах;
- реагирование системы на увеличение скорости движения автомобиля уменьшением высоты подвески (кузова) для экономии топлива;

- повышение высоты подвески во время движения на неудовлетворительных дорожных покрытиях;
- повышенная стойкость движения на поворотах, которая достигается путем поперечного блокирования элементов подвески на одной оси.

Дополнительные преимущества для автомобилей большой грузоподъемности:

- изменение высоты подвески (кузова) для замены кузовов и контейнеров;
- высота транспортного средства может регулироваться, например, для выравнивания несущей поверхности с нагрузочной платформой;
- управление подъемной осью: подъемная ось автоматически опускается, если превышает максимальная нагрузка на ось; подъемная ось поднимается на короткое время (2-3 мин) с целью повышения нагрузки на ведущую ось (увеличение тягового усилия).

В активной подвеске поддрессирование каждого отдельного колеса осуществляется с помощью подачи или отвода вспомогательной энергии (сжатого воздуха, жидкости) через электромагнитные клапаны к стоякам. Система для легкового автомобиля может состоять из четырех стояков (пневматических, гидропневматических), компрессора, центрального ресивера, который одновременно является аккумулятором, блока управления и датчиков, которые формируют блок управления о скорости движения, нагрузке автомобиля и углу поворота рулевого колеса. Все элементы подвески соединены между собой магистралями (пневматическими, гидравлическими). Обмен данными между ними происходит с помощью многофункциональной шины электронной передачи данных CAN (Controller Area Network). Также система имеет функцию автоматической активации («wake-up»), что дает возможность откорректировать стандартное положение кузова и упругость виброизоляторов еще к началу движения. В дальнейшем водитель имеет возможность сам выбирать режим работы подвески, а также регулировать высоту положения кузова.

Индивидуальное регулирование жесткости амортизатора каждого колеса позволяет учитывать крен кузова и скорость, с которой автомобиль входит в поворот, оценивать угол поворота и скорость, с которой водитель поворачивает руль. В движении жесткость стоек может автоматически меняться так, что будет выбран оптимальный режим работы подвески, который отвечает конкретным дорожным условиям как со стороны безопасности, так и комфорта. Например, во время торможения передние колеса будут поддрессированы более жестко, чем задние, а во время ускорения – наоборот, но это в обоих случаях позволит избежать неприятного продольного «клевания» кузова.

Подвеска автоматически приспосабливается к переменной нагрузке автомобиля и способна выбирать величину дорожного просвета, ориентируясь на дорожные условия.

Система обеспечивает статическую и динамическую поддержку с помощью четверых стояков. Она также осуществляет ручное или автоматическое регулирования уровня кузова во время движения, автоматическое поднятие и опускание кузова. В состав системы входят:

- электронная система управления уровнем кузова, обеспечивает одинаковый уровень кузова на передней и задней осях, а также его положение в зависимости от стиля вождения и нагрузки автомобиля;

- система адаптивного подпрессоривания (Adaptive Damping System), изменяет усилие подпрессоривания в зависимости от состояния дорожного покрытия и стиля вождения водителя. Состояние дороги определяется при помощи датчиков вертикального ускорения кузова автомобиля. Стиль вождения (горизонтальное ускорение) определяется по скорости движения и углу поворота.

Осуществляется индивидуальная адаптация уровня кузова для движения по дорогам с плохим покрытием. Возможны три равных положения кузова: комфортное, спортивное и положение для экстремальной спортивной езды.

Информация о повышенном уровне кузова и спортивном демпфировании подается путем подсвечивания индикаторных сигналов на выключателях, информация о низком уровне кузова подается на дисплей индикации неисправностей.

В активной подвеске с электронным управлением контролируются параметры как упругости так и демпфирования.

Блок управления активной подвеской получает и обрабатывает следующие входные сигналы:

- от блока управления ESP (через шину CAN);
- от блока управления двигателем (через шину CAN);
- от блока управления трансмиссией (через шину CAN);
- от щитка приборов (через шину CAN);
- от датчика угла поворота рулевого вала (через шину CAN);
- от переключателя комфортного и спортивного режимов (через шину

CAN);

- от выключателя регулирования уровня кузова (через шину CAN);
- от трех датчиков ускорения кузова автомобиля;
- от двух передних датчиков уровня кузова;
- от одного заднего датчика уровня кузова;
- от одного датчика давления в системе;
- напряжение питания и соединение на «массу».

Блок управления системой превращает исходные сигналы в выходные для таких элементов:

- четырех клапанов управления уровнем кузова;
- одного главного клапана нагнетания воздух (жидкости) в ресивер;
- multifункционального дисплея на щитке приборов;
- регулирования уровня кузова;
- компрессора.

Сообщения, которые изменяются, и индикация, которая относится к системе, выводятся на multifункциональный дисплей щитка приборов, а также на выключатель режимов уровня кузова. Контроль технического состояния элементов подвески производится по параметрам датчиков и исполнительных механизмов систем управления.

Структурные колебания регистрируются с помощью распределения потоков гидравлической жидкости в гидропневматическом контуре подвески. С целью уменьшения потребностей в энергии действие системы ограничивается сглаживанием нерегулярных низких частот колебаний. Газовый аккумулятор, соединенный с гидроцилиндром, гасит колебания более высоких частот.

Замена амортизаторов линейным электродвигателем позволяет плавно и быстро управлять жесткостью подвески каждой стойки.

7.3. Контроль и диагностирование подвески

7.3.1. Общие методы оценки технического состояния подвески

Существует несколько методов определения состояния амортизаторов:

- визуальный осмотр;
- раскачивание автомобиля;
- проверка степени нагрева;
- оценка поведения автомобиля в движении;
- стендовая диагностика.

Визуальный осмотр предусматривает проверку:

- наличия поломок и трещин пружин, опорной чашки, штанг и стоек стабилизатора поперечной устойчивости, листов, кронштейнов и серег рессор;
- люфта в сопряжениях рычагов, стойки, амортизаторов и рессор (в случае необходимости кузов вывешивается);
- зазора между кузовом и кронштейнами осей рычагов передней подвески;
- прямолинейности стоек стабилизатора поперечной устойчивости;
- герметичности чехлов рессор;
- качества резины упоров, а также выявление на поверхности корпуса амортизатора подтеков масла как неопровержимого доказательства потери герметичности и частичного или полного выхода его из строя.

Одним из основных параметров, определяющих техническое состояние передней подвески, является соответствие углов установки управляемых колес требуемым параметрам. Углы установки передних колес существенно влияют на износ шин и устойчивость автомобиля на ходу, поэтому их нужно проверять и урегулировать при каждом техническом обслуживании.

Масляный туман на поверхности корпуса не всегда является признаком неисправности. Из-за слоя грязи найти истинную причину появления масла на корпусе может быть сложно, поэтому амортизатор следует очистить и повторно осмотреть через несколько дней эксплуатации. Возникшие повторно потеки масла говорят о неисправности гидравлического амортизатора.

Упругие свойства пружин и рессор определяют либо косвенным методом – по условной длине пружин и стреле прогиба рессор, либо путем измерения величины линейного перемещения подвески под воздействием определенной нагружающей силы. При больших (выше допустимых) прогибах подвесок автомобиль направляют на устранение неисправностей.

При значительных отрицательных температурах (морозах) жидкость в амортизаторе может загустеть, его сопротивление возрастает и автомобиль становится «жестким». Это может быть следствием низкого качества амортизаторной жидкости или несоответствия типа амортизатора климатическим условиям. Чтобы избежать чрезмерных нагрузок на кузов и подвеску, первые 1-2 километра после стоянки желательно двигаться с небольшой скоростью. В процессе движения жидкость нагреется, и амортизатор восстановит свои характеристики.

Визуальному осмотру подвергаются и шины, так как равномерность износа их протектора – важнейший показатель работоспособности амортизаторов. Если протектор, особенно по краям, имеет явно выраженные пятна износа, значит, процесс его качения сопровождается скачками, что происходит при неисправных амортизаторах.

С помощью данного метода невозможно точно установить причины повреждений и разрушений внутренних частей амортизатора. Важно знать, что одним из наиболее часто встречающихся неисправностей внутренних частей амортизатора является их естественный износ.

Данные визуального осмотра и проверки геометрической формы деталей подвески заносят в диагностическую карту с отметкой об их отклонении от допустимых значений.

Раскачивание автомобиля предполагает раскачивание кузова стоящего автомобиля и оценку состояния амортизаторов по количеству колебательных движений кузова до момента полной остановки.

Существует два способа проведения этого теста. В первом случае после одноразового надавливания на автомобиль наблюдают за характером перемещения кузова. Если он поднимается медленно, значит, амортизаторы работают, если же он «выстреливает» вверх без каких-либо задержек – не работают. Второй вариант этого теста предусматривает интенсивную раскачку автомобиля в несколько приемов. Если амортизаторы исправны, после прекращения раскачки кузов становится неподвижным уже на первом или втором (в зависимости от интенсивности раскачки) «свободном» качке.

Данный метод позволяет определить только два «крайних» состояния амортизатора: либо амортизатор полностью не выполняет свое назначение (сломана проушина или шток, износился клапанный узел, отсутствует амортизаторная жидкость в рабочей камере), либо амортизатор «подклинивает» или «заклинило» полностью. Попытки определить степень износа амортизатора в этом случае не имеют смысла, так как усилие, развиваемое гидравлическим, газопневматическим и газовым амортизатором, зависит от скорости движения штока. Кроме того, в различных автомобилях конструктивно заложены разные параметры жесткости подвески. У некоторых моделей автомобилей подвеска изначально достаточно «мягкая».

При движении автомобиля скорость движения штока амортизатора значительно выше, чем та, которую удастся достичь при раскачивании автомобиля вручную. Поэтому и определить степень износа амортизатора в данном случае невозможно.

Проверка раскачиванием кузова малоэффективна также из-за того, что шарниры подвески после длительной эксплуатации могут перемещаться с большим сопротивлением, которого будет достаточно для быстрого гашения раскачивания. И наоборот, амортизаторы с прогрессивной характеристикой из-за малого сопротивления на небольших скоростях перемещения кузова будут медленно гасить колебания даже в исправном состоянии.

Проверка степени нагрева. Принцип действия гидравлических амортизаторов основан на преобразовании энергии колебаний в тепловую. Из этого следует, что чем теплее амортизатор, тем эффективнее он выполняет свою функцию.

Для получения точных результатов при таком способе диагностирования необходимо соблюдать одно важное требование. Непосредственно перед проверкой амортизаторы нужно «разогреть», поездив на автомобиле по неровной дороге или по трассе на высокой скорости. При проверке степени нагрева амортизаторов, что более удобно делать на эстакаде или осмотровой канаве, температура каждого не должна существенно отличаться друг от друга. Более низкая температура того или иного амортизатора по сравнению с другими – доказательство снижения эффективности его работы. Если на общем фоне сильно нагревается только один амортизатор, значит, остальные полностью или частично потеряли способность гасить колебания.

Работоспособность амортизаторов по степени нагрева проверяют очень редко. Объясняется это неудобством проведения такой проверки, так как амортизаторы, как правило, находятся в труднодоступных местах.

Оценить степень исправности амортизаторов по поведению автомобиля в движении под силу только опытным водителям. При неисправных амортизаторах уже на скорости 80-90 км/ч автомобиль становится плохо управляемым, особенно на неровной дороге, появляется продольная и поперечная раскачка, снижается курсовая устойчивость. Раскачка имеет слабо затухающий характер и при очередных неровностях ее амплитуда увеличивается. При движении по кривой автомобиль может плохо или с большим опозданием реагировать на поворот руля. Увеличивается также остановочный путь при торможении.

По уровню комфорта определить неисправность амортизаторов удастся не всегда. Только если автомобиль оснащен спортивными газовыми амортизаторами, неисправность заметна благодаря исчезновению характерной жесткости.

Прежде чем приступать к проверкам компонентов подвески и рулевого привода необходимо удостовериться, что причиной нарушения не является неправильное давление в шинах, не установлены шины различного типоразмера, не нарушена балансировка колес или нет «прихватывания» тормозов. Примеры функциональных признаков неисправностей подвески, ходовой части и рулевого управления, имеющие тесную взаимосвязь, и их причины приведены в табл. 7.2.

Контроль технического состояния передней и задней подвески включает в себя осмотр подвески, проверку работоспособности амортизаторов, проверку осадки пружин или рессор, а также проверку и устранение люфтов.

Осмотр подвески производится снизу автомобиля, для чего удобнее всего вывесить его на подъемнике или установить на канаву с подъемником. При осмотре проверяются повреждения элементов подвески (деформации, трещины) и износ упругих элементов – резиновых буферов, втулок, резинометаллических шарниров (сайлентблоков), а также отсутствие подтеканий жидкости из амортизаторных стоек. При наличии деформаций и трещин на рычагах и других элементах подвески, повреждений защитных чехлов шаровых шарниров, повышенного износа упругих элементов они подлежат замене.

Выявленные в процессе осмотра изношенные резиновые втулки, крепления амортизаторов и буферы сжатия необходимо заменить.

О необходимости замены резинометаллических шарниров свидетельствуют разрывы резины, одностороннее ее выпучивание, подрезание и износ резины по торцам шарниров, невозможность дальнейшей регулировки установки колес.

Таблица 7.2

Взаимосвязь проявления неисправностей подвески, рулевого управления и ходовой части автомобилей

Признаки неисправностей	Возможные причины
Раскачивание автомобиля во время совершения поворотов и при торможении	Ослабло крепление стабилизатора поперечной устойчивости. Неисправны амортизаторы. Сломаны или «просели» винтовые пружины/рессоры подвески. Изношены компоненты рулевого привода или подвески, либо их шаровые опоры и/или резинометаллические втулки. Автомобиль перегружен
Посторонние шумы, исходящие из передней части автомобиля	Неправильно накачаны шины. Произошла утрата смазки шаровых опор или компонентов рулевого привода. Ослаб крепеж рулевого механизма, компонентов рулевого привода и подвески. Изношены опоры амортизаторов. Поврежден амортизатор. Повреждены рессоры. Ослабли гайки крепления колес. Изношены или повреждены шлицы задних полуосей. Чрезмерен осевой люфт заднего моста
Во время торможения снижается управляемость автомобиля	Изношены ступичные подшипники передних колес. Сломаны или «просели» винтовые пружины/рессоры подвески. Деформация тормозных дисков/барабанов.
Автомобиль чрезмерно просел	Перегруз. Изношены амортизаторы стоечных сборок. Сломаны или «просели» винтовые пружины подвески

Деформация пружин или рессор подвески измеряется по расстоянию между лонжеронами кузова и осями нижних креплений амортизаторов (у переднеприводных автомобилей) или буферами сжатия (у автомобиля с задним приводом).

Скрип при работе рессор, который появляется при изнашивании межлистовых противоскрипных прокладок и шайб, устраняется их заменой непосредственно на автомобиле. Для этого при разгруженных рессорах (вывешенных задних колесах) с помощью отвертки раздвигают листы рессор, удаляют старую и устанавливают новую противоскрипную прокладку или шайбу. Скрип и высокий уровень шума могут возникать также при изнашивании резиновых втулок в шарнирных соединениях рессор.

Если «просела» одна из рессор или пружин, ее необходимо заменить новой, предварительно проверив ее жесткость. Желательно проверить жесткость рессоры или пружины, которая работала в паре с изношенной. Упругие элементы подвески справа и слева должны быть одинаковой жесткости.

Проверка осадки пружин передней подвески производится непосредственно на автомобиле после установки автомобиля на ровной горизонтальной площадке при полной его нагрузке. При этом измеряется расстояние от поверхности площадки до передней балки или поперечины кузова (или поперечины передней подвески на автомобилях с классической схемой компоновки). При этом необходимо учитывать радиус качения шин. Например, на некоторых автомобилях проседание пружины передней подвески определяют по расстоянию между буфером сжатия и его опорной площадкой на поперечине. Эти расстояния при полной нагрузке автомобиля в подвесках обоих передних колес должны быть одинаковыми

Неравномерность осадки пружин определяется по крену кузова автомобиля. Для определения наличия крена кузова автомобиля надо, предварительно покачав переднюю часть автомобиля руками для стабилизации положения деталей подвески, измерить разность высот одноименных точек от поверхности площадки до центра фар на левой и правой сторонах. Разница расстояний от пола до левой и правой фар указывает на наличие крена кузова. Однако необходимо иметь в виду то, что крен кузова автомобиля может быть вызван не только неравномерной осадкой пружин передней подвески, но и неравномерной осадкой пружин или рессор задней подвески. Причем у автомобилей с рессорной задней подвеской крен кузова чаще возникает именно из-за неравномерной осадки или разной жесткости рессор, нежели пружин передней подвески

Важной задачей диагностирования подвески автомобиля является оценка правильности размеров и сопряжений, упругих свойств и параметров колебаний подвески.

Правильность размеров и сопряжений (например, высота буфера, люфт в сопряжениях рычагов, амортизаторов, рессор) определяют с помощью линейек, штангенциркулей, шаблонов, датчиков с регистрацией перемещений на шкале прибора.

Упругость подвесок определяют прямым и косвенным методами. По прямому методу снимают упругую характеристику подвески, измеряя ее вертикальные деформации под действием переменного вертикального нагружения, и по характеристике определяют коэффициент жесткости и внутреннее трение. Косвенный метод основан на измерении условной длины пружины или

стрелы прогиба рессоры при нагрузке на ось, указанной в технической характеристике автомобиля в снаряженном положении.

При рассмотрении конструкции подвески следует всегда различать упругие элементы и систему демпфирования колебаний. Оба эти компонента подвески должны противостоять внешним силам, снижать их и по возможности ограничивать их передачу на кузов автомобиля.

Система упругих элементов автомобиля состоит из шин, упругих элементов (пружин) подвески и пружин подвески сидений. Усилия с подвески на кузов передаются в основном через амортизационные стойки.

Датчик давления воздуха в пневморессоре служит для контроля измерения давления системой ЭБУ в диапазоне от 0 до 1,6 МПа.

7.3.2. Оценка динамических характеристик подвески при проведении регулировочных работ

При разработке конструкции автомобиля всегда стремятся по возможности снизить неподрессоренные массы. Это позволяет свести к минимуму влияние этих масс на колебания кузова и повысить комфортабельность автомобиля за счет улучшения динамических характеристик подвески.

При этом функции между элементами системы подвески распределены следующим образом. В качестве несущих компонентов системы поддрессорирования выступают упругие элементы, размещенные между осями и кузовом, а для достижения необходимого угасания колебаний вводят демпферные элементы, виброизоляторы, амортизаторы.

Контроль подвески проводят двумя методами: по вынужденным колебаниям и по собственным колебаниям. В первом случае вынужденные колебания вызывают со стороны колес. С точки зрения оценки плавности хода автомобилей наибольший интерес представляют вертикальные перемещения кузова и относительные перемещения кузова и колес при различных скоростях движения (рис. 7.5) и различных нагрузках [4].

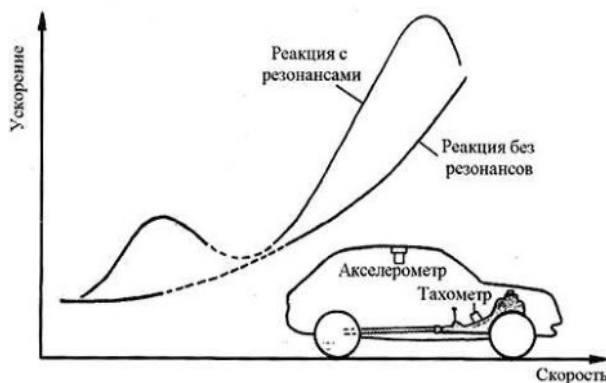


Рис. 7.5. Анализ систем. Измерение реакции системы (ускорение) в зависимости от скорости и разгона

При движении автомобиля без груза вертикальные ускорения кузова возрастают приблизительно в 3-4 раза по сравнению с вертикальными ускорениями кузова полностью груженого автомобиля. Обычно кривые вибрационного возмущения (рис. 7.5) имеют две резонансные вибрации — в низкочастотной области (для кузова) и в высокочастотной для заднего моста.

С уменьшением веса подрессоренных масс область низкочастотного резонанса смещается несколько вправо. Это объясняется тем, что при уменьшении веса подрессоренных масс увеличивается частота их собственных колебаний. На смещение резонанса в высокочастотной области (влево, вправо) оказывает влияние наполнитель шин, давление наполнителя в шинах, жесткость шин. Задача снижения чувствительности автомобиля к источникам внутренних и внешних возмущений решается на стадии проектирования доводкой конструкции путем отстройки собственных частот механических систем, а при эксплуатации автомобиля достигается путем оптимизации перевозимого груза, давлением и составом наполнителя шин, жесткости шин, выбором скоростных и нагрузочных режимов, добиваясь демпфирования свободной энергии кузова и силового агрегата виброизолирующими устройствами.

Основными параметрами системы подрессоривания являются жесткость упругих элементов, степень затухания колебаний, величина дорожного просвета.

Изменяя жесткость шин и виброизоляторных свойств амортизаторов, можно изменять передаточную функцию автомобиля. Диагностическим признаком хорошего динамического (исходного) состояния системы «кузов-колесо», «силовая передача-колесо» является малая амплитуда резонансной, вибрации («горбов»), не превышающая 8 дБ уровня виброускорений (рис. 7.5) в спектре вибраций соседних полос частот (впадин между пиками резонансной вибрации). Предельными значениями виброускорений, возбуждаемых в системе «кузов-колесо», «силовая передача-колесо», является приращение уровней резонансной вибрации на 30-35 дБ над исходными значениями спектральных составляющих хорошего технического состояния подвески.

Регулировочные характеристики амортизаторов. Различают демпфирование при ходе сжатия и при ходе отдачи (рис. 7.6). Соппротивление амортизатора при ходе сжатия меньше, чем при ходе отдачи. Благодаря этому ослабляются удары, передаваемые на кузов при движении автомобиля по неровной дороге.

При ходе отдачи демпфирование происходит благодаря поршневому клапану, который дросселирует направленный вниз поток масла. Под действием разрежения масло может свободно перетекать в рабочую камеру через открытый в этот момент обратный клапан донного клапанного узла. Систему подрессоривания можно настроить выбором жесткости упругих элементов и степени затухания колебаний в амортизаторах.

При проведении регулировок подвески особое внимание уделяется собственной частоте колебаний кузова. Частота собственных колебаний f_0 , выраженная в Герцах, или $\omega_0 = 2\pi f_0$ – в радианах в секунду, в основном, определяется жесткостью упругих элементов и величиной подрессоренной массы:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{W}{m}} \quad \text{или} \quad \omega_0 = \sqrt{\frac{W}{m}} \quad (7.1)$$

Отсюда вытекает, что жесткость упругих элементов W как отношение действующей силы к перемещению, измеряемая в Н/м, является решающим

фактором, который влияет на частоту собственных колебаний кузова. Осевые нагрузки (подрессоренная масса) автомобиля варьируется в широких границах и также влияют на f_0 .

Характеристика амплитуд и частот колебаний приведена на рис. 7.6.

Большие массы или мягкие упругие элементы приводят к низкой собственной частоте колебаний кузова (при больших амплитудах, рис. 7.6, б).

Малые массы или жесткие упругие элементы приводят к высокой собственной частоте колебаний кузова (при малых амплитудах, рис. 7.6, в).

Собственная частота колебаний колес автомобиля (собственная частота неподрессоренных масс) находится в пределах от 10 до 16 Гц [58].

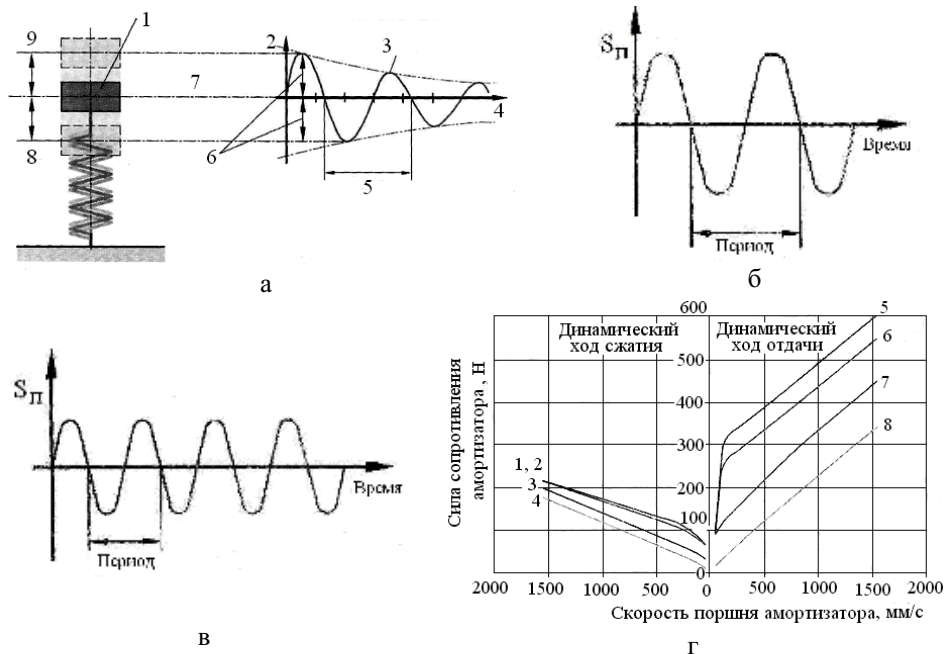


Рис. 7.6. Характеристика затухания амплитуд (а) и частот колебаний (б, в) переднего амортизатора автомобиля Phaeton (г):

1 – колеблющаяся масса; $S_{\text{п}}$, 2 – ход подвески; 3 – затухающее колебание; 4 – время; 5 – период; 6 – амплитуда; 7 – положение покоя; 8 – ход отдачи; 9 – ход сжатия;
г: 1, 5 – 50 мА; 2, 6 – 600 мА; 3, 7 – 1200 мА; 4, 8 – 1800 мА.

Колебания кузова как механической системы с поступательным движением описываются дифференциальным уравнением

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + P \frac{dx}{dt} + Wx = F(t), \quad (7.2)$$

где m – подвижная (подрессоренная) масса системы; x – ее перемещение $x(t)$; P – коэффициент затухания; W – жесткость; $F(t)$ – сила, возбуждающая движение.

Затухание колебаний, обусловлено потерями энергии в колебательной системе. В уравнении (7.2) потери энергии учитываются коэффициентом затухания P . На практике используют различные варианты показателя затухания. Например, разделив выражение (7.2) на массу m , получаем

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{P}{m} \cdot \frac{dx}{dt} + \frac{W}{m} \cdot x = \frac{1}{m} \cdot F(t). \quad (7.3)$$

Коэффициент h при dx/dt , обозначенный как $P/m=h$, называется коэффициентом затухания и удобен тем, что для систем любой физической природы измеряется в 1/с. В теории колебаний показателю затухания придают свое значение $\delta=h/2$ и называют декрементом затухающих колебаний, а соответствующий декременту безразмерный коэффициент β называют степенью затухания. Если выразить h в долях собственной частоты $d=h/\omega_0$, то этот показатель называют затуханием колебательной системы. Все перечисленные показатели однозначно связаны между собой зависимостью (7.4).

$$\beta = \frac{1}{2Q} = \frac{d}{2} = \frac{\delta}{\omega_0} = \frac{h}{2\omega_0}, \quad (7.4)$$

где Q – добротность колебательной системы, которая равна

$$Q = \frac{1}{2\beta} = \frac{\omega_0}{2\delta} = \frac{\omega_0}{2h}. \quad (7.5)$$

При регулировании подвески исходят из того, что частота собственных колебаний кузова ниже одного Герца может вызвать тошноту, частоты более 1,5 Гц ухудшают комфортность езды, а начиная с частоты 5 Гц, колебания чувствуются как вибрация. Путем выбора параметров подвески частота собственных колебаний поддрессоренной массы доводят до 1-1,5 Гц.

В ходовой части без регулирования характеристик элементы системы поддрессирования настроены на постоянную частоту собственных колебаний, то есть система имеет только одну параметрическую характеристику. При этом элементы системы задней оси, как правило, настроены на более высокую частоту собственных колебаний кузова (например, 1,33 Гц), а элементы передней оси – на более низкую частоту (например, 1,13 Гц). Это делается из расчета, что при загрузке автомобиля в основном увеличивается нагрузка на заднюю ось, что автоматически снижает частоту собственных колебаний.

Степень демпфирования колебаний амортизатором заметно не влияет на величину частоты собственных колебаний кузова. Она влияет только на то, насколько быстро затухнут колебания (коэффициент затухания).

Подвески с электронным управлением предназначены для повышения рабочих характеристик управляемости, устойчивости и оптимизации комфортности транспортного средства за счет регулирования (изменения) демпферного усилия амортизаторов. Чутко и вовремя реагируя на неровности дорожного покрытия, подобного рода устройства обеспечивают переключение демпферного усилия на 2-3 уровня: жесткий, мягкий и спортивный – в соответствии с характером поверхности дороги и выбранным режимом движения – обычным или спортивным.

Интенсивность или степень демпфирования характеризует, насколько быстро затухают колебания. Степень демпфирования зависит от сопротивления амортизатора, работающего в качестве виброизолятора, и величины поддрессоренной массы (рис. 7.7).

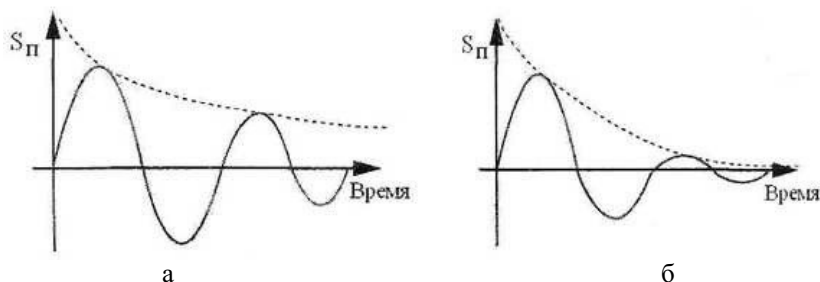


Рис. 7.7. Низкая (а) и высокая (б) степень демпфирования

При увеличении поддрессоренной массы степень демпфирования снижается, то есть колебания затухают медленнее. Уменьшение поддрессоренной массы приводит к повышению степени демпфирования.

Характеристику упругости снимают с помощью нагрузжателей и измерителей перемещений. Нагрузжатель оснащают устройством для регистрации усилия нагружения. В качестве измерителей перемещений используют устройства для определения размеров, упомянутые в подразделе 7.6.1. Если установить пружину в нагрузочное устройство и измерять изменение ее длины по мере увеличения прилагаемого усилия, можно получить ее характеристику (рис. 7.8).

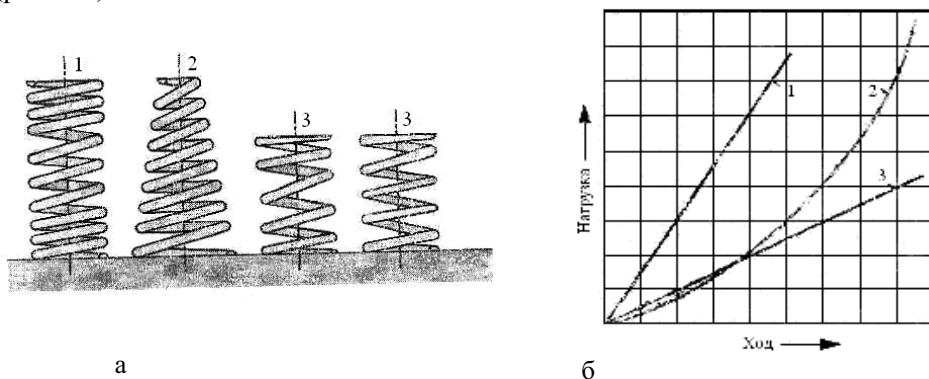


Рис. 7.8. Виды пружин (а) и их характеристики (б):
1 – линейная жесткая; 2 – прогрессивная; 3 – линейная мягкая

Отнеся изменение нагрузки (P) к соответствующему изменению хода (S), получим жесткость пружины C

$$C = \frac{P}{S}, \text{ Н/см.} \quad (7.6)$$

Характеристика жесткой пружины (1 на рис. 7.8, б) имеет вид более крутой линии, чем характеристика мягкой пружины. Если жесткость пружины не

зависит от хода во всем диапазоне его изменения, ее характеристика изображается прямой линией. Если жесткость пружины увеличивается по мере ее хода, следовательно мы имеем дело с «прогрессивной» характеристикой.

Характеристика винтовой пружины зависит от следующих параметров:

- диаметр витков;
- диаметр проволоки;
- количество витков.

Пружины с прогрессивной характеристикой обычно отличаются такими параметрами (рис. 7.8):

- переменным шагом витков (1);
- конической формой навивки (2);
- переменным диаметром проволоки (3);
- комбинацией указанных параметров.

Необходимый полный ход подвески S_{Π} автомобиля без регулятора уровня кузова складывается из статической S_C и возникающей при колебаниях кузова динамической S_D составляющих (рис. 7.9)

$$S_{\Pi} = (S_C - S_{СП}) + S_D. \quad (7.7)$$

Статическая составляющая S_C равна увеличению хода подвески неподвижного автомобиля при его загрузке. Она равна разности хода подвески полностью загруженного автомобиля $S_{СЗ}$ и хода подвески пустого автомобиля $S_{СП}$

$$S_C = S_{СЗ} - S_{СП}. \quad (7.8)$$

При мягких пружинах подвески эта разность и соответствующая величина ее статического хода загруженного автомобиля относительно большая (рис. 7.9).

На рис. 7.9: H_{Π} – нагруженное положение; C_{Π} – снаряженное положение; $S_{СМ}$ – при мягких пружинах; $S_{СЖ}$ – при жестких пружинах; 1 – жесткая пружина; 2 – мягкая пружина.

При жестких пружинах подвески статический ход подвески относительно небольшой.

У автомобиля Phaeton предусмотрена возможность установки кузова на трех уровнях:

- номинальном;
- повышенном для движения по плохим дорогам и бездорожью;
- снижаемом автоматически при движении с большой скоростью.

«Полностью несущей» называется пневматическая подвеска автомобиля, если действующие на колеса автомобиля вертикальные усилия передаются на кузов исключительно через пневматические упругие элементы. Подвески, у которых наряду с пневматическими упругими элементами применяются пружины в сочетании с системами гидравлического или пневматического регули-

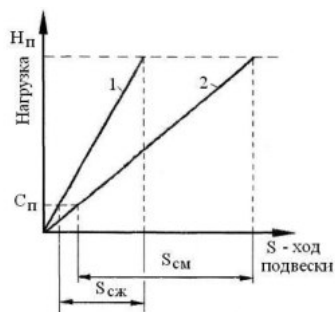


Рис. 7.9. Параметры хода подвески

рования уровня кузова, называются «частично несущими» или комбинированными, частично выполняющими роль виброизоляторов.

7.3.3. Системы адаптивного управления подвеской

В настоящее время известно несколько разных систем управления характеристиками подвески, которые путем увеличения силы сопротивления амортизаторов создают противодействие:

- оседанию, что сохраняет горизонтальное положение автомобиля при резких ускорениях и уменьшает оседание задней части;
- оседанию при переключении коробки передач и погашает толчки, возникающие при переключениях рычага селектора в автомобилях с автоматической коробкой передач, и уменьшает нагрузки, появляющиеся при этом на заднюю или переднюю ось;
- крену при резких поворотах, увеличивая силу сопротивления, уменьшает крен кузова;
- «нырянию» и погашает толчки при резком торможении на высокой скорости, сохраняя горизонтальное положение кузова автомобиля. Повышают сцепление шин с дорогой и таким образом безопасность движения.

В адаптивных системах управления ходовой частью используют четыре телескопических амортизатора (на каждое колесо) с внешним управлением гидравлическим или пневматическим сопротивлением элемента, который регулирует силу сопротивления. Используется самый распространенный способ изменения силы сопротивления – управление проходным сечением отверстий, через которые рабочее тело перетекает из одной рабочей камеры в другую.

Система регулирования виброизоляционных свойств амортизаторов автомобиля Phaeton обрабатывает сигналы четырех датчиков ускорений колес и трех датчиков ускорений кузова и оценивает по результатам этой обработки состояние дороги и движения автомобиля. В результате производится изменение характеристик каждого из амортизаторов в соответствии с рассчитанной интенсивностью гашения колебаний. При этом амортизаторы работают на ходах сжатия и отдачи как полуактивные компоненты (рис. 7.6, а).

Бесступенчатое регулирование демпфирования производится благодаря применению амортизаторов, характеристики которых изменяются посредством мехатронных систем управления. Низкая степень демпфирования имеет место при больших управляющих токах (рис. 7.6, г). Эти амортизаторы встроены в стойки с пневматическими упругими элементами. Силы сопротивления амортизатора регулируются посредством встроенного в него пропорционально действующего (электромагнитного) клапана. Регулирование производится по многопараметровой характеристике (рис. 7.6, г). Изменение сопротивления амортизаторов в зависимости от характера движения автомобиля и состояния дороги производится в течение нескольких миллисекунд.

Регулирование уровня кузова осуществляется изменением давления и соответствующего ему объема воздуха в упругих элементах.

Статическое положение кузова при этом не зависит от нагрузки. К преимуществам регулируемой подвески относятся:

- повышенная комфортность автомобиля;
- неизменность статического уровня при разных степенях его загрузки;
- уменьшенный износ шин;
- отсутствие зависимости аэродинамического коэффициента от нагрузки;
- обеспечение максимального хода подвески вверх и вниз при разном уровне загрузки автомобиля;
- обеспечение максимального дорожного просвета (и при максимальной загрузке);
- стабильность колеи и развала колес при изменении загрузки автомобиля;
- для «полностью несущей» подвески – изменение уровня кузова по желанию водителя.

Так, например, у автомобиля Phaeton предусмотрена возможность установки кузова на трех уровнях:

- номинальный;
- повышенный для движения по плохим дорогам и бездорожью;
- пониженный (автоматически) при движении с большой скоростью.

Принципиально изменение сопротивления амортизаторов производится в соответствии с так называемой «стратегией подвески кверху». Регулирование виброизоляционных свойств амортизаторов производится в зависимости от вертикальных ускорений колес и кузова автомобиля. В идеальном случае регулирование осуществляется таким образом, как будто кузов автомобиля подвешен на крюке и плавает над дорогой, практически не повторяя неровностей дороги. Так достигается максимальная комфортабельность автомобиля.

При неизменяемой настройке виброизоляторов имеет место определенное соотношение между комфортабельностью и безопасностью движения.

Мехатронная система управления (рис. 7.10) состоит из электронного блока управления (контроллера), шести датчиков для определения состояния автомобиля, четырех амортизаторов, оснащенных исполнительными механизмами управления их характеристическими параметрами, индикатора, показывающего установившийся режим, и переключателя (селектора) режимов работы подвески.

В системе использованы демпферные элементы на основе двухтрубных газонаполненных амортизаторов, которые дополняются электромагнитными клапанами. На их базе выполнены стойки 17-20 (рис. 7.11), обладающие свойствами виброизоляторов и амортизаторов.

Для изменения силы сопротивления амортизаторов на каждом из них установлен клапан с электромагнитным приводом, управляемый напряжением с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ).

Как центральный блок управления (J197) выполняет следующие функции:

- регулирование пневматических элементов подвески и амортизаторов;
- контроль работы всей системы;
- диагностика всей системы;

- обеспечение связи с другими системами посредством шины CAN (силового агрегата).

Блок управления J197 автомобиля Phaeton оснащен двумя дублирующими друг друга процессорами, из которых один в первую очередь обрабатывает алгоритм управления пневматическими элементами, а другой первоочередно регулирует сопротивление амортизаторов.

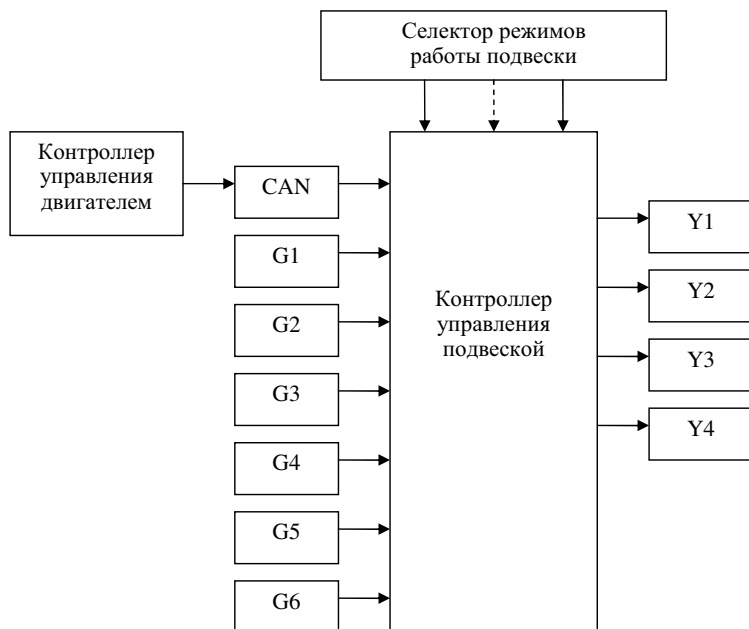


Рис. 7.10. Структурная схема системы управления подвеской:

G1 – датчик положения кузова возле левого переднего колеса; G2 – датчик вертикального ускорения возле левого переднего колеса; G3 – датчик положения кузова возле правого переднего колеса; G4 – датчик вертикального ускорения возле правого переднего колеса; G5 – датчик положения кузова возле левого заднего колеса; G6 – датчик вертикального ускорения возле левого заднего колеса; Y1, Y2, Y3, Y4 – электромагнитные клапаны амортизаторов; CAN – шина межсистемного обмена

Текущее состояние автомобиля контроллер определяет по сигналах трех датчиков дорожного просвета (G1, G3, G5) и трех датчиков вертикального ускорения (G2, G4, G6), установленных попарно (G1, G2) и (G3, G4) возле амортизаторов передней оси, а одна пара (G5, G6) возле левого амортизатора задней оси. Благодаря такой структуре системы, блок управления за несколько миллисекунд определяет и обеспечивает необходимую степень демпфирования для каждого колеса [58].

Сигналы датчиков дорожного просвета подают информацию об амплитуде колебаний, а интегралы сигналов датчиков вертикального ускорения дают представление о скорости движения поршня каждого амортизатора. Таким образом система адаптируется к дорожным условиям в соответствии с поло-

жением переключателя (селектора) режимов работы подвески: «Sport», «Comfort» или «Normal», выполняя желание водителя двигаться в одном из указанных режимов.

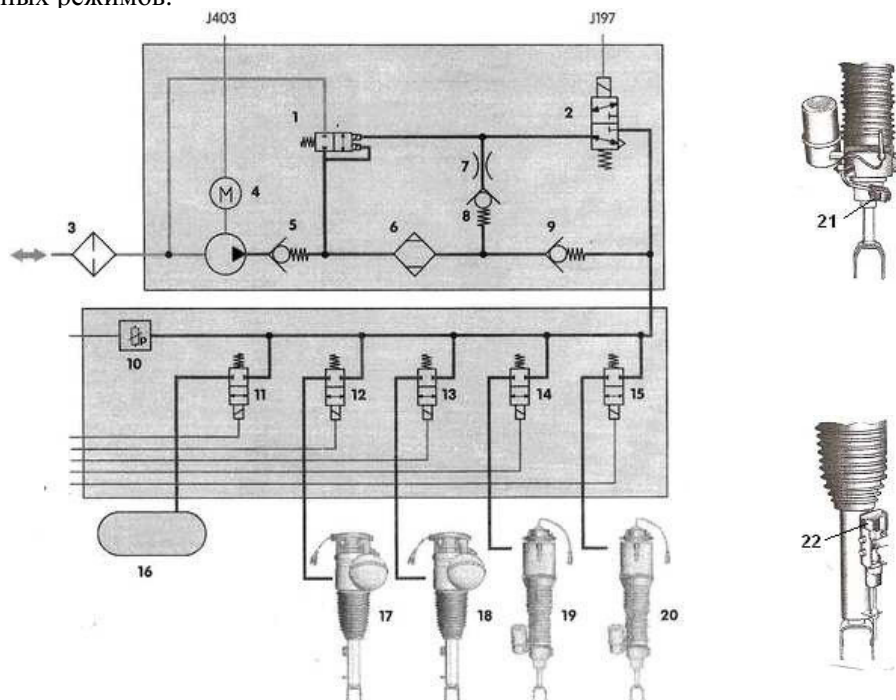


Рис. 7.11. Пневматическая схема подвески автомобиля:

1 – пневматический выпускной клапан; 2 – электромагнитный выпускной клапан N111; 3 – глушитель шума всасывания с фильтром; 4 – компрессор V66; 5 – обратный клапан 1; 6 – осушитель воздуха; 7 – выпускной дроссель; 8 – обратный клапан 3; 9 – обратный клапан 2; 10 – датчик давления G291; 11 – клапан ресивера N311; 12 – клапан задней левой амортизаторной стойки N150; 13 – клапан задней правой амортизаторной стойки N151; 14 – клапан передней левой амортизаторной стойки N148; 15 – клапан передней правой амортизаторной стойки N159; 16 – ресивер; 17 – задняя левая амортизаторная стойка; 18 – задняя правая амортизаторная стойка; 19 – передняя левая амортизаторная стойка; 20 – передняя правая амортизаторная стойка; 21 – датчик ускорения переднего колеса; 22 – датчик ускорения заднего колеса; J403 – реле компрессора пневматической подвески; J197 – блок управления уровнем кузова

По шине межсистемного обмена (CAN) контроллер управления подвеской связан с контроллером управления двигателем, чтобы в критической ситуации при необходимости можно было уменьшить мощность двигателя для сохранения устойчивости автомобиля.

7.3.4. Оценка технического состояния подвески с использованием простых устройств и люфт-детекторов

Люфт-детекторы. Подвески современных автомобилей становятся все сложнее. Большинство импортных машин оснащены многорычажными конст-

рукциями, в которых найти все люфты можно только с помощью специального оборудования.

В настоящее время производится множество видов люфт-детекторов, привод которых может быть пневматическим или гидравлическим, при этом второй более надежен. На рынке автомобильного оборудования представлено множество моделей люфт-детекторов импортного производства с одной площадкой и с пневматическим приводом, но все люфты с их помощью обнаружить невозможно. Полную информацию о состоянии подвески автомобиля позволяет получить люфт-детектор, имеющий две площадки, одна из которых разделена пополам.

Из российских производителей заслуживают внимания модели люфт-детекторов, оснащенных двумя площадками – ДЛ-003 и ДГ-015, разработанные Челябинской фирмой «АВТОТЕХСНАБ» совместно с Южно-Уральским государственным университетом. Модели различаются допустимой нагрузкой: ДЛ-003 предназначен для проверки легковых автомобилей с нагрузкой на ось до 3 тонн, а ДГ-015 – для грузовых автомобилей с нагрузкой на ось до 15 тонн. При этом каждый из тестеров может быть установлен либо на смотровой канаве, либо на платформенном подъемнике.

Люфт-детектор предназначен для контроля наличия зазоров в подшипниках, шарнирах и других подвижных узлах подвески автомобиля, рулевого управления, а также оценки степени их износа при проведении диагностики подвески автомобиля, а также на линиях инструментального контроля. Площадки люфт-детектора имитируют все возможные нагрузки, передающиеся на рулевое управление и подвеску автомобиля в процессе его движения. Люфт-детектор может устанавливаться как на подъемнике, так и на смотровой канаве, имеет гидравлический привод и дистанционное управление.

Люфт-детектор работает следующим образом: автомобиль заезжает передними колесами на две подвижные, управляемые от гидростанции пластины люфт-детектора, включается гидростанция. Пластины начинают совершать возвратно-поступательные движения в горизонтальной плоскости, таким образом имитируя все возможные нагрузки, испытываемые подвеской и рулевым управлением автомобиля в процессе движения.

При движении одной из площадок определяются люфты в подвеске, а при движении другой площадки определяются люфты в рулевом механизме.

Пользоваться люфт-детектором очень удобно и просто. Управление производится переключением одной клавиши на выносном пульте управления, в который для удобства вмонтирован фонарик.

Диагностика производится на нагруженной подвеске, что дает наиболее объективные показатели ее состояния. Если при этом посмотреть на автомобиль снизу, то все люфты и зазоры хорошо видны. Наглядность настолько велика, что даже несведущий в устройстве автомобиля человек, посмотрев снизу на автомобиль, установленный на работающий люфт-детектор, видит неисправность, и у него не возникает вопросов, почему рекомендуют заменить ту или иную деталь.

Для диагностирования подвесок простых конструкций колебания создаются устройствами, основанными на методах поднимания и сбрасывания ав-

томобиля механическим способом с использованием энергии мышц оператора (используют для диагностирования подвески легковых автомобилей) и без использования специального подъемного устройства (для диагностирования подвески автомобилей любого тоннажа). Такие устройства дают возможность автоматизировать диагностирование подвески, сократить потребности в обслуживающем персонале, сократить продолжительность диагностирования.

При отсутствии специальных стендов контроль действия амортизаторов передней и задней подвесок рекомендуется проводить при установке автомобиля на эстакаду или смотровую канаву. Техническое состояние подвески определяют путем раскачивания автомобиля, прикладывая к переднему или заднему бамперу усилия 400-500 Н. При исправных амортизаторах количество колебаний кузова не превышает одного-двух.

Контроль шаровых опор необходимо проводить при появлении стуков в передней подвеске во время переезда препятствия. Необходимо проверить наличие люфтов в верхнем и нижнем шаровых шарнирах.

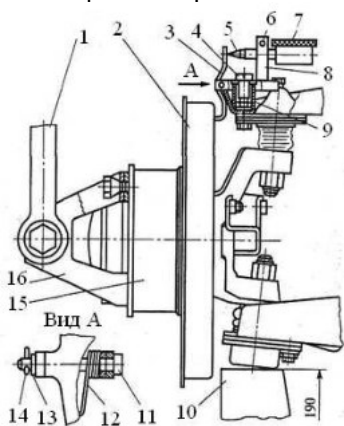


Рис. 7.12. Измерение зазора в верхней шаровой опоре с помощью приспособления:

- 1 – динамометрический ключ; 2 – защитный кожух тормоза; 3 – рычажок; 4 – винт; 5 – ножка индикатора; 6 – болт; 7 – индикатор; 8 – основание; 9 – втулка; 10 – колодка; 11 – ось; 12 – пружина; 13 – шайба; 14 – шплинт; 15 – ступица колеса; 16 – кронштейн

Для проверки шаровой опоры необходимо снять колесо и измерить расстояние между нижним рычагом и защитным кожухом. Если при покачивании подвески это расстояние меняется более чем на 0,5 мм, шаровую опору заменяют. Начинать проверку шаровых шарниров необходимо с проверки отсутствия разрывов на резиновых чехлах. Порывы и порезы выявляют при нажатии пальцами на чехол. Зазор в верхнем шаровом шарнире применительно к заднеприводным автомобилям ВАЗ проверяют с помощью приспособления с индикатором (рис. 7.12), соблюдая такой порядок: сняв переднее колесо, убедиться в отсутствии люфта в подшипниках ступицы, подставить под нижнюю шаровую опору деревянную колодку 10 высотой 190 мм и опустить на нее автомобиль; установить втулку 9 на гайку ближайшего к кожуху болта крепления

верхнего шарового шарнира, надеть на втулку основание 8 и слегка закрепить его винтом 4; передвигая приспособление в пределах прорези основания, установить рычажок 3 в вертикальное положение так, чтобы его нижний конец упирался в защитный кожух 2 тормоза, и затянуть винт 4; установить в стойку основания 8 индикатор 7 до упора его ножки 5 в рычажок 3 с натягом 2-3 мм и затянуть болт 6; прикрепить кронштейн 16 к ступице 15 двумя болтами крепления колеса; надеть динамометрический ключ 1 на шестигранную головку оси кронштейна 16 и моментом 200 Н·м повернуть ключ к авто-

мобилею и от него. Оба показания индикатора суммировать. При нормальном зазоре в подшипниках ступицы колеса (0,025-0,100 мм) суммарные показания индикатора не должны превышать 0,8 мм.

Для проверки нижнего шарового шарнира заднеприводных автомобилей ВАЗ (рис. 7.13) под ступицу колеса устанавливают деревянную колодку 5 высотой 280 мм и опускают на нее автомобиль. Затем отворачивают коническую пробку шарнира и замеряют глубиномером штангенциркуля 4 расстояние h от нижней кромки шарнира до рабочей поверхности. При $h \geq 11,3$ мм шарнир необходимо снять с автомобиля и тщательно осмотреть, а при $h \geq 11,8$ мм шарнир надо заменить.

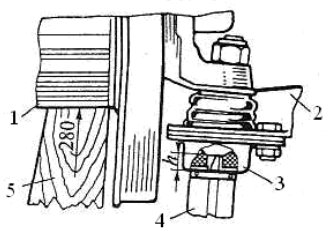


Рис. 7.13. Схема проверки нижнего шарового шарнира:

1 – ступица колеса; 2 – нижний рычаг; 3 – нижний шаровой шарнир; 4 – штангенциркуль; 5 – деревянная колодка

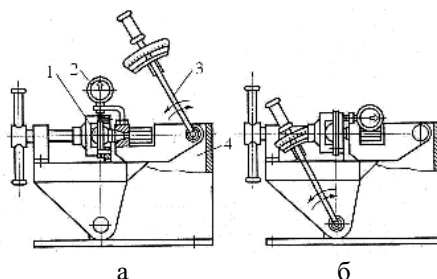


Рис. 7.14. Приспособление для проверки зазоров пальца шарового шарнира:

а – схема проверки радиального зазора; б – схема проверки осевого зазора; 1 – шаровой шарнир; 2 – индикатор; 3 – динамометрический ключ; 4 – станина приспособления

Проверка величины износа рабочих поверхностей шарнира или радиального зазора осуществляется в приспособлении, показанном на рис. 7.14. Если при радиальном или осевом нагружении пальца шарнира усилием 980 Н перемещение составляет в обе стороны более 0,5 мм, то необходимо заменить шаровой шарнир новым.

На переднеприводных автомобилях особое внимание необходимо обращать на работоспособность гидравлических телескопических стоек и, в частности, провести проверку состояния верхней опоры. Эту проверку необходимо проводить при установке автомобиля на ровную горизонтальную площадку и с полностью заправленным и снаряженным автомобилем с нагрузкой, указанной в инструкции по эксплуатации диагностируемого автомобиля. Для автомобилей ВАЗ и «Москвич» она составляет 3200 Н. Нормативные значения зазоров по окружности колеса назначаются свои для каждого типа автомобиля.

После замены резинометаллических шарниров необходимо проверить и отрегулировать углы установки передних колес.

7.3.5. Диагностирование подвесок на стендах

Стеновая диагностика – самый точный способ определения состояния амортизаторов. Существует два метода данной проверки:

1) на автомобиле, установив его колеса на рабочие площадки вибрационного стенда;

2) сняв амортизатор и проверив величину демпфирующего усилия на специальном измерительном стенде.

Второй метод дает более точные результаты, однако из-за неудобств и сложностей, связанных с необходимостью снимать амортизаторы, он не нашел широкого применения, тогда как первый метод достаточно распространен.

Методы диагностирования состояния амортизаторов на стендах с беговыми барабанами основаны на анализе амплитудно-частотных характеристик относительных перемещений кузова и колес по величине относительного затухания.

Перед диагностированием подвески следует проверить и при необходимости отрегулировать до нормы:

- давление воздуха в шинах;
- свободный ход поворота рулевого колеса;
- симметричное расположение спиц рулевого колеса;
- симметричное поворачивание рулевого колеса или перемещение рейки рулевого механизма в обе стороны;
- биение дисков передних колес:
 - радиальное – не более 0,7 мм;
 - осевое – не более 1 мм;
- отрегулировать или заменить новыми детали передней подвески и рулевого привода, влияющие на углы установки колес.

При диагностике амортизаторов на стендах недопустимо фиксировать автомобиль стояночным тормозом. Это может исказить результаты измерения из-за дополнительного сопротивления колебаниям, а иногда приводит и к повреждению оборудования.

Основными параметрами состояния амортизаторов подвески автомобиля являются: амплитуда и частота колебаний или количество затухающих колебаний. Структурными параметрами являются жесткость рессор и коэффициент демпфирования амортизаторов. Затухание свободных колебаний автомобиля возникает, в основном, вследствие трения в амортизаторах, рессорах, шинах и шарнирах рычагов подвески. Трение в рессорах и шарнирах является постоянным и почти не зависит от скорости относительных перемещений кузова и колес автомобиля. За нормируемое значение амплитуды принимается колебание, совершаемое системой автомобиля в зоне резонансной частоты.

При низкочастотном резонансе перемещения кузова достигают наибольших значений и влияние относительного затухания особенно заметно. Для оценки состояния рессорных и других типов виброизоляторов можно на одном из беговых барабанов укрепить определенной высоты неровность (20-30 мм). При вращении колес с определенной скоростью кузов и колеса будут колебаться и по величине их амплитуды вынужденных колебаний можно судить об исправности испытуемых виброизоляторов. Частота возмущающей силы может быть определена по формуле

$$\nu = 2\pi \frac{V_{\kappa}}{3,6l_{\delta}} = 1,74 \frac{V_{\kappa}}{l_{\delta}} \text{ c}^{-1} \quad (7.9)$$

где V_{κ} – скорость вращения ведущих колес автомобиля; l_{δ} – длина окружности барабана, м.

Наиболее удобным показателем, оценивающим степень затухания колебаний подвески, может быть относительный коэффициент затухания (коэффициент апериодичности) ψ , который учитывает сопротивление амортизаторов c , величину колеблющейся массы m и жесткости подвески k . Этот коэффициент определяется по уравнению

$$\psi = \frac{c}{\sqrt{2kn}} \quad \text{или} \quad \psi = \frac{hT}{2\pi} \tag{7.10}$$

где h – коэффициент затухания; T – условный период, с.

Почти во всех автомобилях колебания кузова происходят с затуханием, при котором $\psi=0,1...0,5$ (легковые автомобили – 0,10-0,15, грузовые – 0,3-0,5). Если $\psi=1$, то имеет место предельно апериодическое движение, при котором колебания отсутствуют (рис. 7.15 [8]).

В табл. 6.3 приведены данные, которые наглядно характеризуют эффективность действия амортизаторов при колебаниях кузова автомобиля на задней подвеске и шинах, вызванных переездом неровности высотой 50 мм.

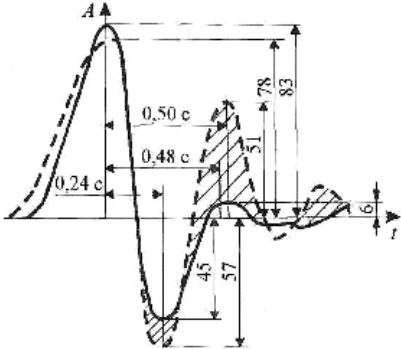


Рис. 7.15. Затухание колебаний автомобиля

Как видно из табл. 7.3, затухание, соответствующее $\psi=0,42$, вызывает незначительное изменение частоты колебаний, но зато уменьшает амплитуду колебаний в 8,5 раза.

Таблица 7.3

Характеристика колебаний кузова автомобиля

Параметр колебания	Значение параметра для подвески	
	с амортизатором	без амортизатора
Первый подъем кузова z_1 , мм	83	78
Опускание кузова, мм	45	57
Второй подъем кузова z_2 , мм	6	51
Отношение амплитуд $z_2:z_1$	1:13,8	1:1,53
Логарифмический декремент $v=\ln(z_2/z_1)$	2,62	0,42
Условный период T	0,48	0,50
Коэффициент затухания $h=v/T$	5,46	0,82
Относительный коэффициент затухания $\psi = \frac{hT}{2\pi}$	0,420	0,067

Для оценки состояния рессорных и гидравлических амортизаторов подвески грузовых автомобилей типа КамАЗ на стенде с беговыми барабанами в качестве диагностического параметра подвески принимаются амплитуда и частота колебаний, а амплитудными параметрами являются жесткость рессор и коэффициент демпфирования гидравлических амортизаторов.

Диагностировать состояние амортизаторов можно также на стенде с беговыми барабанами. Суть метода основана на анализе амплитудно-частотных характеристик относительно перемещений кузова z/q_0 (рис. 7.16, а) и колес x/q_0 (рис. 7.16, б) при различной величине относительного затухания (1, 2, 3, 4).

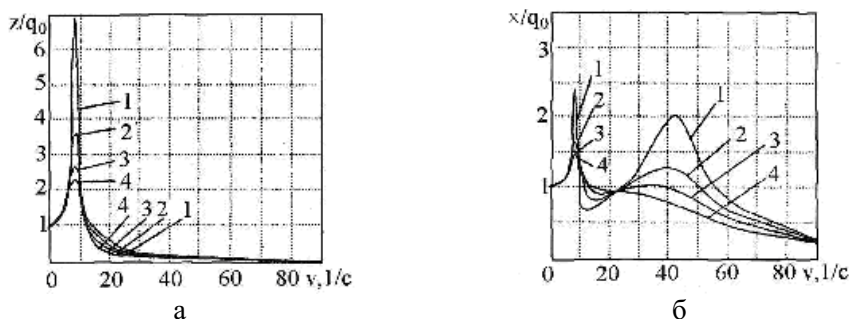


Рис. 7.16. Амплитудно-частотные характеристики колебания кузова и колес:

а – перемещение кузова; б – перемещение колеса; 1 – при $\psi=0,15$; 2 – при $\psi=0,25$; 3 – при $\psi=0,35$; 4 – при $\psi=0,45$

К барабану с двух сторон крепятся быстроразъемные неровности из твердых пород дерева. Высота неровности экспериментально подбирается так, чтобы при возбуждении колебаний одной опоры (например, правой) не наблюдалось колебание другой (левой) и при возбуждении колебаний задней не наблюдались колебания передних опор. За счет сил трения в рессорах при малых колебаниях автоматически происходит блокировка всех рессор и колебания наблюдаются только над проверяемой опорой автомобиля. Этим обеспечивается необходимая последовательность диагностирования. В качестве датчика колебаний можно использовать различные конструкции, в том числе акселерометр и датчик колебаний индуктивного тока с магнитной головкой из машины для балансировки шин.

По принципу действия различают два вида стендов: с измерением колебаний поддрессоренных масс и с измерением колебаний неподдрессоренных масс (табл. 7.3, 7.4).

Параметры колебаний (амплитуду, частоту), которые характеризуют техническое состояние виброизоляторов и упругих элементов подвески, можно определить по записям вынужденных колебаний поддрессоренных и неподдрессоренных масс и свободных колебаний поддрессоренных масс автомобиля.

Первый тип стендов позволяет создавать длительные колебания колеса с переменной частотой, при которых наступает резонанс, амплитуда которого является оценочным параметром (рис. 7.17). За нормируемое значение ампли-

туды принимается колебание, совершаемое системой автомобиля в зоне резонансной частоты. Такой метод заложен в конструкции стенда К-113.

Таблица 7.4

Технические характеристики стендов для проверки амортизаторов

Параметр	Boge-69	К-113
Ход кривошипа на эксцентрикe (высота подъема от среднего положения площадки), мм	9	12
Частота вращения вала эксцентрика, мин ⁻¹	880	900
Минимальная нагрузка на ось, Н	588	588
Максимальная нагрузка на ось, Н	4900	4900
Минимальная ширина колеи, мм	1090	1105
Максимальная ширина колеи, мм	1690	1470
Длина с въездными мостиками с двух сторон, мм	4830	3870
Ширина, мм	3625	2750
Масса с въездными мостиками, кг	610	600
Напряжение, В	220/380 (50 Гц)	220/380 (50 Гц)
Потребляемая мощность, Вт	2,5	1,76

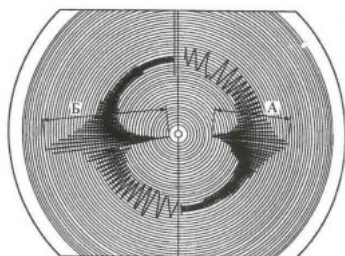


Рис. 7.17. Диаграмма контроля виброизоляторов по амплитуде колебаний:

А – исправный; Б – неисправный

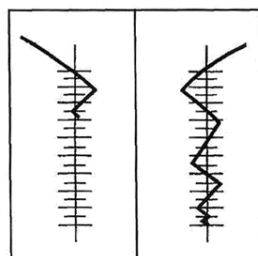


Рис. 7.18. Диаграмма контроля виброизоляторов по количеству циклов затухающих колебаний:

а – исправный; б – неисправный

Для стендов второго типа оценочный параметр – количество затухающих колебаний. Если эти колебания составляют один полуцикл (рис. 7.18, а) то амортизатор исправен, если большее число полуциклов (рис. 7.18, б) – амортизатор требует ремонта.

Второй принцип более прогрессивен, так как обеспечивает определение виброизоляции оси и колес (а не кузова), являющейся показателем безопасности движения.

Стенд К-113, вид которого приведен на рис. 7.19, по принципу действия аналогичен конструкциям с проверкой и измерением колебаний неподрессоренных масс. Для стендов этого типа оценочный параметр – амплитуда резонансных колебаний. Если она менее 50 мм (размер А, рис. 7.17), то амортизатор в хорошем состоянии, если более 50 мм (размер Б), амортизатор необходимо ремонтировать.

Для отечественных легковых автомобилей среднего класса амплитуда резонансных колебаний не должна превышать 50 мм, а количество затухающих колебаний должно быть не более одного полуцикла.

Диагностирование по вынужденным колебаниям в основном сводится к экспериментальному определению амплитудно-частотных характеристик. Диагностирование подвески по свободным колебаниям базируется на сравнении эталонной кривой затухающих колебаний кузова с кривой, полученной в процессе диагностических испытаний. Эти кривые можно получить двумя методами: подтягиванием или сбрасыванием.

Для этого можно, применять сравнительно простые и несложные стенды типа «Кони 4440», на которых имитируется падение (сбрасывание) передней или задней части автомобиля с высоты 50-100 мм. По диаграмме свободных колебаний определяют техническое состояние амортизаторов.

Стенд отечественного производства модель К-491 практически идентичен по конструкции со стендом фирмы «Boge» (рис. 7.20). Эти стенды относятся к первому типу.

Стенд К-491 предназначен для проверки амортизаторов легковых автомобилей без их демонтажа с автомобиля. Стенд стационарный, электромеханический, потребляемая мощность 2,3 кВт.

Колебания подвеске автомобиля задаются с помощью вибратора, рабочий ход толкателя которого 18 мм, а частота двойных ходов 15,3 Гц. Среднее время снятия диаграммы составляет 1-2 мин.

Принцип действия стенда заключается в принудительном возбуждении колебаний подвески с заданной начальной частотой, которая находится в сверхкритическом диапазоне колебаний и прохождением частоты возбуждения через весь диапазон низких частот, а также через точку резонанса до полного прекращения колебаний.

Площадки с колесами автомобиля приводятся в колебательное движение через пружины.

Техническое состояние амортизаторов определяют по амплитуде колебаний, совершаемых системой «автомобиль-опорные площадки стенда» в зоне резонансной частоты. Стенд состоит из двух платформ-вибраторов, размещен-

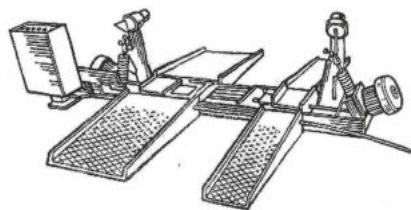


Рис. 7.19. Стенд К-113 для проверки состояния амортизаторов

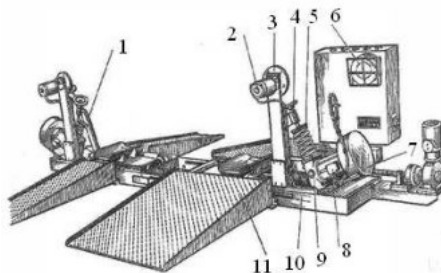


Рис. 7.20. Стенд для проверки амортизаторов:

1 – рычаг; 2, 3 – электродвигатели; 4 – регулировочный винт; 5 – пружина; 6 – диаграммные диски; 7 – маховик; 8 – электродвигатель; 9 – устройство для преобразования вращательного движения вала в колебательное; 10 – рама; 11 – платформа для въезда автомобиля

ных на раме, и пульта управления с приводом для записи диаграммы колебаний. Амортизаторы испытывают поочередно. Для каждой марки автомобиля или типа амортизатора установлены контрольные значения максимальной амплитуды резонансных колебаний, с которыми сравнивают полученные на диаграмме записи.

Испытания сопротивления пневматических амортизаторов на специальных стендах проводят методом периодического сжатия и растягивания на одну и ту же величину хода при различных скоростях этих процессов. Полученные результаты можно представить в виде графиков зависимости силы сопротивления амортизатора от скорости его поршня (рис. 7.21).

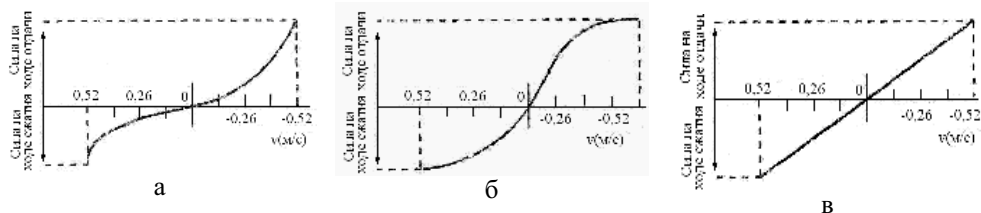


Рис. 7.21. Характеристики прогрессивных (а), дегрессивных (б) и линейных (в) амортизаторов

Эти диаграммы могут служить непосредственной характеристикой амортизаторов.

Комбинированные стенды зарубежных фирм, например, Elkon L-100, позволяют производить измерение как амплитуд резонансных колебаний, так и количество затухающих циклов, а измеряемые параметры выдаются в виде цифровой индикации на табло и на талонах диаграмм (рис. 7.22, А – неисправное состояние; Б – исправное состояние).

Пример документирования результатов контроля амортизаторов передней и задней осей автомобиля на стенде такого типа показан на рис. 7.23.

Стенд Elkon L-100 стационарного типа, электромеханический (рис. 7.24). Индикация результатов измерений осуществляется на цифровом индикаторе и регистрируется в виде диаграммы на бумажной ленте самописца. Измеряется амплитуда колебаний, частота следования импульсов и интенсивность их затухания.

Состоит стенд Elkon L-100 из подвижной площадки и пульта индикации. Рекомендуется пост для проверки амортизаторов комплектовать двумя подвижными площадками.

Мощность приводных электродвигателей 2х1,5 кВт. Нагрузка на каждую подвижную площадку 200-1700 кгс.

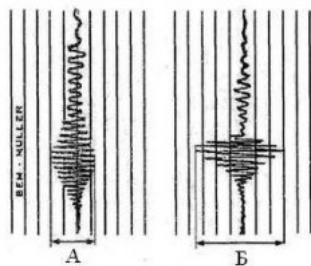


Рис. 7.22. Регистрация резонансных колебаний подвески при проверке амортизаторов на стенде фирмы «BEM-MULLER»

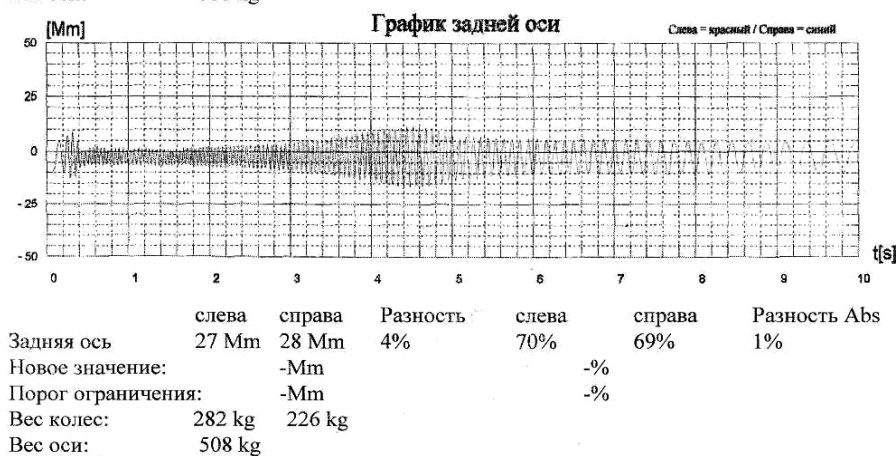
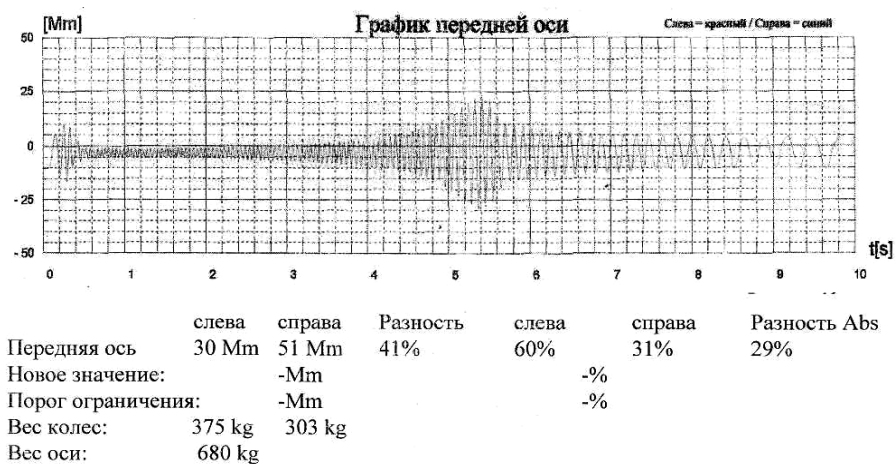


Рис. 7.23. Документирование результатов контроля подвески автомобиля

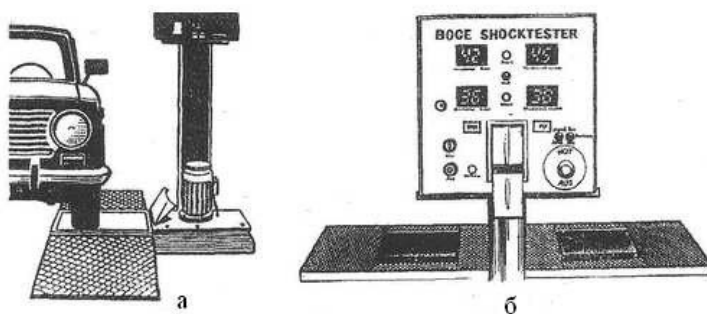


Рис. 7.24. Стенды контроля амортизаторов Elkon L-100 (а) и Boge (б)

Стенды фирмы «Voge» (Германия, рис. 7.24, б) имеют ход кривошипа ± 9 мм, частоту вращения вала приводного электродвигателя 945 мин^{-1} , минимальную нагрузку на ось 60 кгс, максимальную – 450 кгс, потребляемую мощность 1,4 кВт.

FWT 2010 Е - тестер подвески. Определяет состояние подвески по величине относительного коэффициента сцепления с опорной поверхностью по методу Eusama (в условиях принудительной вибрации каждого колеса по всем диагностируемым осям). Расчетные параметры: удельный резонансный вес и относительная разность резонансных весов. Выводит график сцепления в диапазоне частот. Оценка работы подвески производится при помощи ПК по амплитуде колебаний веса и интенсивности их гашения. Содержит моноблок с двумя измерительными площадками и устройство нагрузки на ось (табл. 7.5).

Таблица 7.5

Технические характеристики FWT 2010 Е

Контролируемые параметры	Диапазон измерения	Максимальная погрешность
Амплитуда колебаний, Гц	24-28	
Диапазон измерения массы (нагрузка на колесо), кг	75-1000	$\pm 3\%$
Электропитание, В	3×380	$\pm 10\%$
Мощность электродвигателя, кВт	3	

Основу конструкции последнего поколения стендов контроля подвесок автомобилей составляют виброизмерительные платформы (рис. 7.25, а) для колес одной или двух осей автомобиля. Результаты измерений выводятся на информационную систему с выдачей протоколов. Проверка технического состояния подвески составляет одну минуту. Все значения коэффициентов сцепления всех колес автомобиля выдаются в процентах с указанием резонансной частоты и разницей между левыми и правыми колесами в процентах (рис. 7.25, б). Представителем таких средств является, например, инструментальная линия контроля технического состояния SDL 260 фирмы Bosch.



а



б

Рис. 7.25. Виброизмерительная платформа (а) и результаты контроля подвески (б)

Автомобильный люфт-детектор АДД-2000 (Россия) предназначен для определения люфтов в подвеске автомобиля весом не более 2000 кг визуально,

на слух, на ощупь. Устанавливается на смотровой яме с пандусами или на уровне пола.

Платформа люфт-детектора, на которую устанавливается автомобиль, совершает возвратно-поступательные движения, имитируя движение автомобиля по неровной дороге. Диагност выявляет люфты в узлах передней и задней подвески. Длительность диагностики составляет 10-15 минут.

Технические характеристики люфт-детектора АЛД-2000 приведены в табл. 7.6.

Таблица 7.6

Технические характеристики АЛД-2000

Конструктивные параметры	Значения
Давление подводимого сжатого воздуха	0,92 кПа
Расход воздуха	300 л/мин
Нагрузка на подвижную площадку, не более	600 кг
Диапазон рабочих температур	+5...+500 °С
Напряжение питания – переменное	~220 В +5%
Вертикальный ход	140 мм
Потребляемая мощность	50 Вт
Габариты:	
- длина вдоль канавы	940 мм
- ширина поперек канавы	1320 мм
- высота	800 мм
- вес	160 кг

Прибор Shock-Absorber-Tester USB создан для быстрой и точной проверки амортизаторов, непосредственно установленных на автомобиле (рис. 7.26). Это высокоточный работающий по технологии дистанционного ультразвукового измерения прибор. Он имеет специально разработанную программу для оценки затухающих колебаний кузова каждого из четырех колес автомобиля и выдает заключение о состоянии виброизоляторов.

Блок прибора закрепляется на крыле автомобиля с помощью присосок, а источник кладется на пол рядом с колесом. В память устройства предварительно вводят опорные данные автомобиля. Крыло с закрепленным блоком однократно толкают вниз. Прибор регистрирует колебания и вычисляет коэффициент их затухания. Если его показания укладываются в пределах:

- от 100% до 65% - затухание колебаний достаточное;
- от 64% до 60% - затухание умеренное;
- от 59% до 0% - затухание недостаточное.

Благодаря автономному источнику питания проверку амортизаторов можно проводить как в самой мастерской, так и за ее пределами. Тестер S-A-T USB (Shock-Absorber-Tester USB) оснащен мощным 32-битным процессором, жидкокристаллическим индикатором, устройством термопечати и USB-разъемом. Это позволяет анализировать и обрабатывать полученные при тестировании данные без использования компьютера, а также отображать данные в виде графических элементов и выводить их на печать. Протокол измерения, составленный в простой и доступной форме, является оптимальным подтверждением качества выполненных работ.

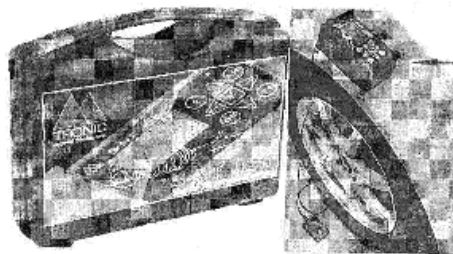


Рис. 7.26. Тестер Shock-Absorber-Tester USB

Технические характеристики тестера S-A-T USB:

- размеры базового устройства: 15,7×10,0×8,5, см;
- размеры чемоданчика: 40,0×11,0×30,0, см;
- масса базового устройства: 720 г;
- масса вместе с чемоданчиком и принадлежностями: 2,65 кг;
- электропитание от аккумулятора: 8,4 В;
- электропитание от сети: 100-240 В ~50-60 Гц
- дисплей: 128×64 пикселей;
- устройство термопечати: устройство построчной печати 288 dpi.

Отвечает требованиям директивы 2002/95/EG.

Диагностические измерительные комплексы VAS 5051 и VAS 5052 (рис. 2.19) дают возможность проводить комплексную диагностику всей системы подвески, связи блоков электронного управления с изменением уровня кузова, наклона пучка света фар к дорожному полотну, силовых исполнительных агрегатов.

За последнее время для диагностирования амортизаторов и подвески автомобилей появилась новая группа приборов, в основе которых лежат современные информационные технологии. Одним из таких приборов является компактный, простой в управлении измерительный прибор M-Tronic фирмы Bosch. Он имеет встроенный тестер для проверки амортизаторов (TUV-стандарт) и может диагностировать подвеску за 2 минуты. У него высокие гибкость и точность, он недорогой, имеет базу данных автомобилей разных моделей.

С помощью присоски прибор можно легко закрепить на крыле автомобиля и так же легко его снять. Присоска не повреждает лакировку. После быстрого нагружения надо только нажать кнопку «Enter», чтобы начать проверку автомобильного амортизатора.

Во время выполнения программы меню простым языком моментально выдают информацию о выполнении функций, которые нужны именно в этот момент. Это дает возможность привыкнуть к сокращениям, комбинациям клавиш и т. п.

Прибор оснащен встроенным графическим дисплеем, который показывает как меню, так и кривые колебаний, а текстовое сопровождение оптимально

подается графически и хорошо читается, обеспечивая клиентов объективной информацией.

Данные, изображенные на дисплее, можно с точностью до пикселя и в том же формате распечатать на бумагу. Контрастность можно изменить с помощью команд меню.

7.4. Методы и средства диагностирования состояния снятых виброизоляторов и амортизаторов

Для диагностики снятых с автомобиля амортизаторов применяются специальные стенды типа «Кони 4422» и GMF (Италия), позволяющие регистрировать рабочие диаграммы амортизаторов при различных нагрузочных и температурных режимах, оценивать шумность и находить неисправности.

Работоспособность снятой с автомобиля телескопической амортизаторной стойки и амортизатора задней подвески можно определить по рабочим диаграммам на динамометрическом стенде типа СИ-46, «Миллетто» (рис. 7.26) и других. Рабочая диаграмма снимается после выполнения не менее пяти рабочих ходов, при температуре рабочей жидкости 20° С, частоте рабочих ходов 1,67 Гц (100 циклов в минуту) и ходе поршня 100 мм, что соответствует скорости поршня 0,52 м/с.

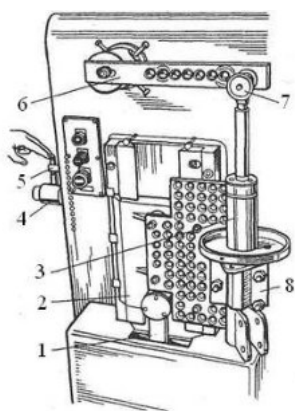


Рис. 7.26. Установка амортизаторной стойки на динамометрический стенд «Миллетто»:

1 – шатун стенда; 2 – ползун; 3 – амортизаторная стойка; 4 – барабан для записи диаграмм; 5 – записывающее устройство; 6 – рычаг силоизмерителя (торсиона); 7 – крепление штока стойки; 8 – крепление резервуара стойки

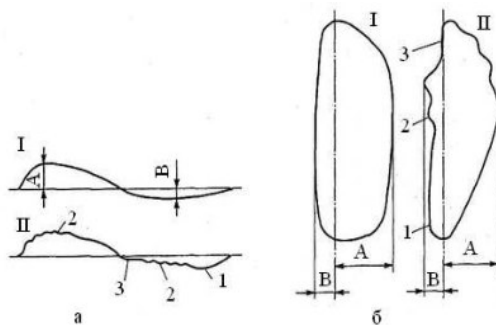


Рис. 7.27. Примерные формы диаграмм проверки виброизоляторов на стендах типа СИ-46 (а) и типа «Миллетто» (б):

I – диаграмма исправного амортизатора; II – диаграмма неисправного виброизоляционного элемента; А – сила при отбое; Б – сила при сжатии; 1 – избыточное количество жидкости («подпор»); 2 – эмульсированная (вспененная) жидкость; 3 – недостаточное количество жидкости («провал»)

Кривые диаграмм, показанные на рис. 7.27, должны быть с плавными очертаниями, без искажений, свидетельствующих о недостаточном или избы-

точном количестве жидкости, ее низком качестве, а также о неправильной сборке стоек амортизаторов или о наличии неисправностей деталей клапанной системы. Сопротивление хода сжатия и отбоя определяется по наибольшим силам сопротивления А и В, полученным при снятии диаграмм. Требующиеся величины сил сопротивления приведены в технических характеристиках амортизаторных стоек и виброизоляторов. Одновременно со снятием диаграмм проверяется герметичность сварных швов и уплотнений, а также шумность работы стоек и амортизаторов.

Рессоры задней подвески могут иметь следующие неисправности: поломка листов, потеря упругости, срезание центрального болта, износ пальцев и втулок в ушках рессоры. Для устранения этих неисправностей снятую рессору разбирают, сломанные листы и листы с трещинами заменяют новыми.

Прогиб рессоры устанавливается шаблонами. Перед сборкой листы рессоры смазывают графитовой смазкой или смесью из 30% универсальной консистентной смазки УС, 30% графита и 40% трансформаторного масла.

Стенд для контроля пружин, снятых с виброизолятора, показан на рис. 7.28. Техническая характеристика этого стенда приведена в табл. 7.7.

При производстве автомобилей ВАЗ-2108, ВАЗ-2109, ВАЗ-21099 длина пружин (виброизоляторов) задней подвески под нагрузкой 3188 Н должна быть не менее 201 мм (182 мм для автомобилей, поставляемых на экспорт).

Жесткость упругих резинометаллических элементов виброизоляторов повышается по мере старения, поэтому их также проверяют на стендах на соответствие заданной упругости (жесткости) под действием нормированной нагрузки.



Рис. 7.28. Стенд для контроля пружин (виброизоляторов)

Таблица 7.7

Основные технические характеристики стенда для контроля пружин (виброизоляторов)

Конструктивные параметры	Значения
Диапазон измеряемых геометрических размеров пружин, мм:	
- по горизонтали (диаметр)	130-330
- по вертикали (высота)	160-510
Продолжительность контроля и испытания, мин	не более 2
Погрешность измерений геометрических размеров, мм	не более 0,3
Диапазон прилагаемой нагрузки, кг	320-7000
Погрешность приложения нагрузки, %	10
Продолжительность гарантированного сохранения оперативной информации при отключении питания, мин	10

Контрольные вопросы

1. Какое назначение подвески автомобиля?
2. Какие существуют основные типы подвесок?
3. Из каких основных компонентов состоит подвеска?
4. Приведите виды упругих элементов подвесок.
5. Какие параметры автомобиля могут изменять автоматические системы управления подвеской?
6. Как осуществляется управление подвеской двигателя?
7. Приведите примеры структурных схем режимов управления подвеской автомобиля.
8. Какие основные признаки неисправности подвесок?
9. Приведите диагностические параметры механических систем подвески.
10. Какие диагностические параметры подвесок могут быть проконтролированы органами чувств человека?
11. Приведите преимущества применения электронных систем управления подвеской.
12. Какие сигналы получает и обрабатывает блок управления подвеской?
13. Какие существуют общие методы оценки технического состояния подвески?
14. Что предусматривает визуальный контроль подвески?
15. Приведите функциональные признаки неисправностей подвески и их связь с неисправностями ходовой части и рулевого управления.
16. Как можно оценить динамические свойства подвески при движении автомобиля?
17. Какие компоненты (элементы) подвесок позволяют проводить регулирование характеристик подвески?
18. Приведите схемы низкой и высокой степени демпфирования колебаний подвесочных масс.
19. Приведите системы управления характеристиками подвески путем увеличения сил сопротивления опор амортизаторов.
20. Какой принцип работы люфт-детекторов при контроле технического состояния подвески?
21. Как осуществляется контроль технического состояния шаровых опор?
22. Объясните принципы контроля технического состояния шаровых опор существующими устройствами.
23. Какой порядок диагностирования подвесок на стендах?
24. Какие существуют виды стендов по принципу диагностирования подвески?
25. Приведите виды диаграмм контроля амортизаторов по амплитуде колебаний и количеству циклов затухания колебаний.
26. Какие существуют методы и средства диагностирования снятых амортизаторов?

8. СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СИГНАЛЬНО-ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ АВТОМОБИЛЯ

8.1. Неисправности освещения и сигнализации

Неисправности фар и светосигнальных приборов вызывают до 40% всех ДТП в темное время суток. Поэтому совершенству и надежной работе этих устройств уделяется огромное внимание [16, 17].

Неисправности освещения в эксплуатации автомобилей проявляются в изменении наклона фар за счет изнашивания шин, степени их накачки воздухом, деформации рессор, нарушения формы кузова или крыла автомобиля, а сила света фар – за счет изнашивания рефлектора.

Принципиальная схема наружного освещения автомобиля приведена на рис. 8.1.

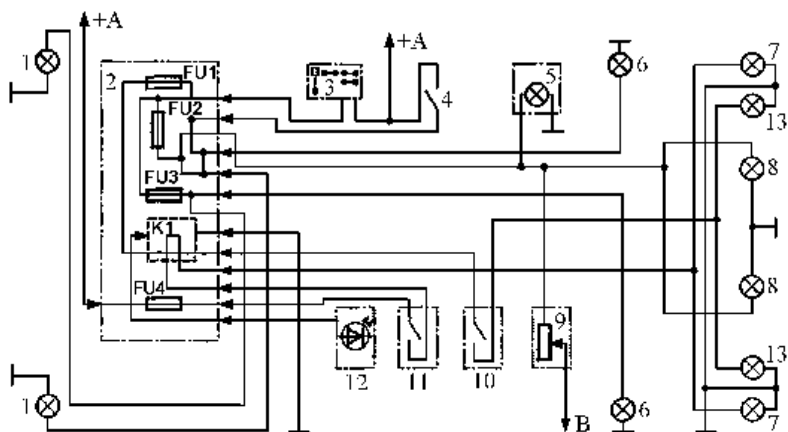


Рис. 8.1. Принципиальная схема наружного освещения автомобиля:

1 – лампы передних габаритных огней; 2 – монтажный блок; 3 – переключатель наружного освещения; 4 – выключатель зажигания; 5 – контрольная лампа наружного освещения в комбинации приборов; 6 – лампы задних габаритных огней; 7 – лампы стоп-сигнала; 8 – фонари освещения номерного знака; 9 – выключатель освещения указательных приборов; 10 – выключатель света заднего хода; 11 – выключатель стоп-сигнала; 12 – блок бортовой системы диагностирования; 13 – лампы света заднего хода; FU1-FU4 – предохранители;

A – к источникам питания; B – к лампам освещения щитка приборов

Одной из причин значительного уменьшения силы света от световых приборов является значительное падение напряжения в цепях. В 12-вольтовой системе электрооборудования падение напряжения в цепях фар, сигналов торможения и указателей поворотов не должно быть более 0,9 В, а в цепях габаритных огней, освещения номерного знака, освещения салона – 0,6 В. В 24-вольтовой системе значения падений напряжений в соответствующих цепях не должно превышать 0,6 и 0,4 В.

Звуковые электрические сигналы в зависимости от потребляемого тока включаются через дополнительное реле или непосредственно выключателем сигнала. Поэтому неисправности в этих цепях определяют с помощью кон-

трольной лампы или вольтметра, последовательно контролируя цепи от сигнала или реле до «+» АКБ.

Наиболее серьезной неисправностью является нарушение регулировки положения фар на автомобилях и их силы света, от чего зависит безопасность движения. Положение фары считается отрегулированным, если ее луч направлен вдоль оси дороги с захватом обочины и обеспечивает их освещение на расстоянии 30 м при ближнем свете и 100 м при дальнем.

Неисправности приборов освещения и сигнализации связаны чаще всего с перегоранием нитей лампочек или выходом из строя переключателей, включателей стоп-сигнала и фонаря заднего хода, плохим контактом в патроне лампы, обрывом или перегоранием предохранителей в цепях, неисправностями коммутационной аппаратуры. Места обрывов определяют контрольной лампой или вольтметром. Предохранители проверяют омметром или шунтированием их в блоке предохранителей и реле контрольной лампой. Если лампа горит вполнакала, то короткого замыкания в цепи нет, а если полным накалом, то имеет место короткое замыкание.

Короткое замыкание определяют последовательным отключением цепей световых приборов в местах разветвления проводки, и, если при этом контрольная лампа горит полным накалом, то короткое замыкание – в подводящем проводе от предохранителя до места разветвления.

Система освещения и сигнализации автомобиля не может эффективно работать без надежной работы коммутирующих устройств, основное требование к которым – обеспечить гарантированное включение (выключение) необходимого сигнала. Схема коммутации системы должна обеспечивать включение:

- одновременное (или попарное) фар дальнего света;
- при переключении ближнего света на дальний по крайней мере одной пары фар дальнего света;
- при переключении дальнего света на ближний одновременно всех фар дальнего света (фары ближнего света могут оставаться включенными при работе фар дальнего света);
- сигнала торможения при приведении в действие ручного тормоза;
- фонаря освещения номерного знака только одновременно с габаритными огнями;
- отдельным переключателем всех указателей поворота для обозначения аварийного режима;
- противотуманных фар независимо от фар дальнего или ближнего света;
- заднего противотуманного фонаря только тогда, когда включены фары дальнего или ближнего света, или противотуманные (выключение противотуманного фонаря должно происходить независимо от выключения противотуманных фар);
- фары заднего хода только при включении задней передачи;
- стояночных огней без необходимости включения какого-либо другого огня.

Кроме того, эта схема должна обеспечить следующее:

- работу указателей поворотов независимо от включения других прибо-

ров светотехники;

- включение и выключение всех указателей поворотов, расположенных на одной стороне транспортного средства от того же переключателя.

Весь комплекс требований, предлагаемых к рассмотренной системе, как по функционированию, так и по надежности учтен в национальных и международных нормативных документах.

Уровень качества приборов системы освещения и сигнализации автомобиля в лабораторных условиях проверяется с помощью ламп, световой поток которых равняется номинальному. Он поддерживается регулированием напряжения питания лампы. Это позволяет не только с достаточной точностью сравнить результаты измерений силы света, но и определить причину неправильной установки фар на автомобиле. При обслуживании автомобиля это выполнить невозможно.

Возможные неисправности освещения и световой сигнализации и их причины представлены на рис. 8.2.



Рис. 8.2. Возможные неисправности освещения и световой сигнализации и их причины



Продолжение рис. 8.2.

Недостаточный свет фар значительно снижает освещение дороги, а неправильно отрегулированный пучок света ослепляет водителей встречных транспортных средств. Неисправная работа габаритных огней, стоп-сигнала, указателей поворота создают аварийные ситуации на дороге, так как участники движения не могут правильно оценить обстановку на дороге. Внутренние и внешние факторы, влияющие на дальность видимости, представлены на рис. 8.3.

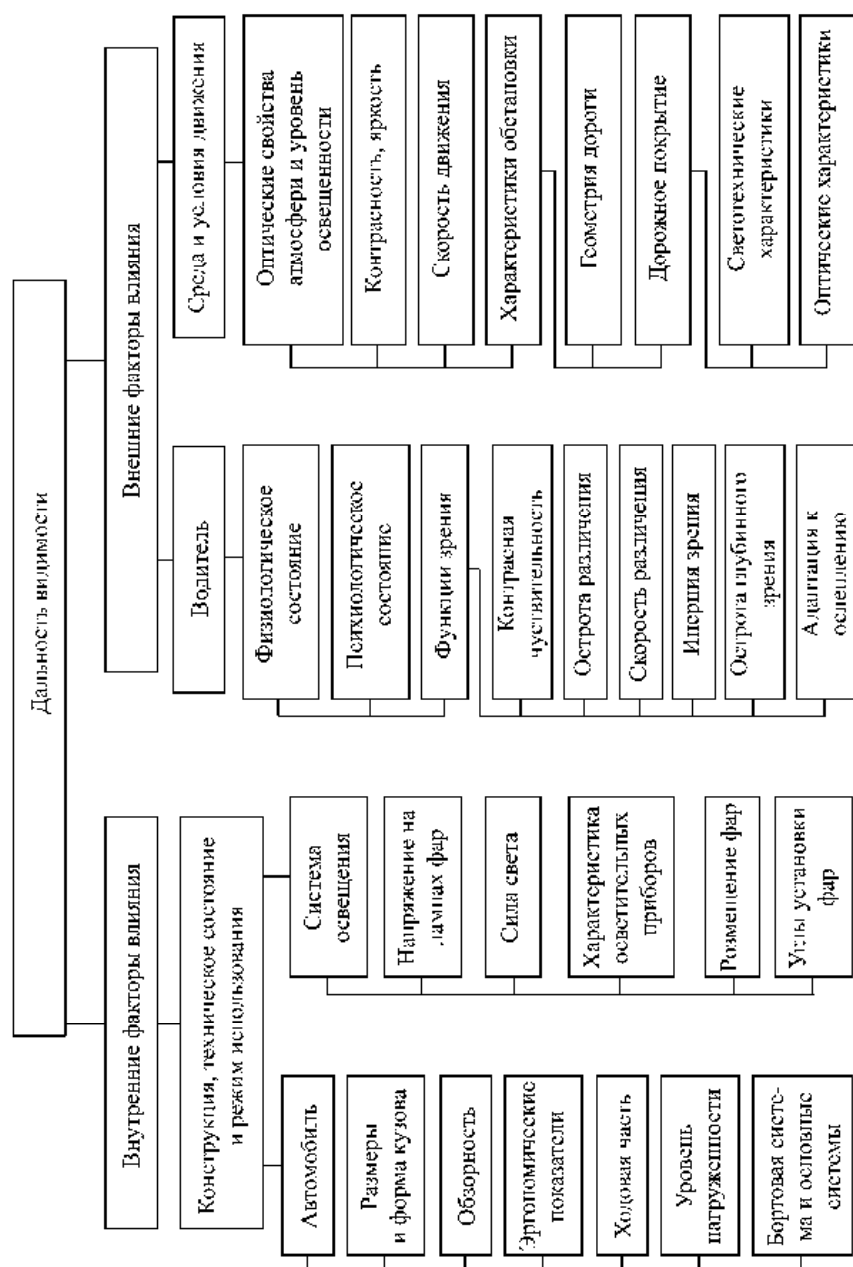


Рис. 8.3. Внутренние и внешние факторы влияния на дальность видимости

8.2. Контроль и диагностирование освещения и сигнализации

8.2.1. Параметры контроля и регулировка фар

Внешние световые приборы должны соответствовать требованиям стандартов, определяющих их количество, цветовое сочетание, силу света и направленность светового потока, а также режим их работы. Габаритные огни должны работать в постоянном, а указатели поворота и боковые повторители указателей – в проблесковом режиме. Частота следования проблесков должна находиться в пределах 90 ± 30 проблесков в минуту ($1,5 \pm 0,5$ Гц). Время от момента включения указателя поворота до появления первого проблеска не должно превышать 3 с.

Диагностические параметры и нормативы технического состояния световых приборов установлены стандартом ДСТУ 3649-97.

Фары ближнего и дальнего света должны быть укомплектованы лампами и отрегулированы в соответствии с инструкцией по эксплуатации (ИЭ). Тип светораспределения – по ГОСТ 3544-75 «Фары ближнего и дальнего света автомобилей. Технические условия».

Обозначение типов фар: R – фары дальнего света; С – фары ближнего света и дополнительного дальнего света; CR – фары ближнего и дальнего света.

Не допускается установка на ДТС фар, предназначенных для левостороннего движения.

Параметры технического состояния фар типа светораспределения С (НС) и CR (HCR), которые работают в режиме «ближний свет»:

- расположение светотеневой границы на контрольном экране;
- сила света в контрольных точках экрана (рис. 8.4, табл. 8.1, 8.2).

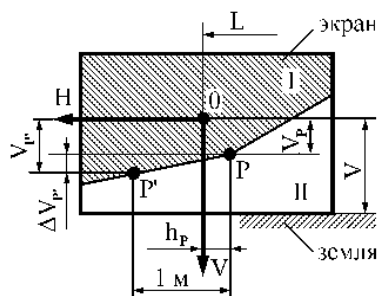


Рис. 8.4. Разметка контрольного экрана:

I – зона малой освещенности; II – зона интенсивной освещенности; O – проекция на экран центра рассеивателя фары; VOH – система координат, связанная с проекцией центра рассеивателя фары на экран (положительные значения координат точек на контрольном экране по оси OV – вниз, по оси OH – влево, ось OH параллельна опорной поверхности); P – точка перехода светотеневой границы из горизонтального участка в наклонную; P' – точка, которая лежит влево от точки P на светотеневой границе на расстоянии 1 м; V – расстояние проекции на экран центра рассеивателя фары от опорной поверхности; L – расстояние между центрами рассеивателей фар одного назначения, м; h_p , V_p – координаты точки P; V'_p – вертикальная координата точки P'

Таблица 8.1

**Нормативные параметры расположения светотеневой границы
на контрольном экране**

Тип светораспределения фары	Координаты точки Р на экране				ΔV_P , м, не больше
	V_P		h_P		
	не менее	не больше	не менее	не больше	
С (HC) CR (HCR)	$0,083 \times V$	$0,125 \times V$	$-(0,220 - 0,063 \times L)$	$+(0,145 - 0,042 \times L)$	0,10
В (Противотуманная)	$0,125 \times V$	$0,200 \times V$			

Таблица 8.2

Сила света фары в режиме «ближний свет»

Тип светораспределения фары	Координаты точки Р на экране, в которой должен быть установлен фотоприемник, м		Сила света, кд	
	h	V	не менее	не больше
С, CR	0,3	$V_P - 0,05$	—	750
	—0,1	$V_P + 0,05$	1600	—
HC, HCR	0,3	$V_P - 0,05$	—	750
	—0,1	$V_P + 0,05$	3000	—
В (Противотуманная)	0	$V_P - 0,2$	—	625
	0	$V_P + 0,2$	1000	—

Расположение светотеневой границы на контрольном экране определяется координатами h_P , V_P точки Р и разницей координат $\Delta V_P = |V_P - V'_P|$ точек Р и Р'.

Для противотуманных фар, а также для фар, которые предназначены для эксплуатации как при левостороннем, так и при правостороннем движении, должны контролироваться только координата V_P и разница координат ΔV_P . При этом необходимо принять, что точка Р лежит на пересечении светотеневой границы и вертикальной оси OV.

Параметрами технического состояния фар светораспределения типа R (HR) и CR (HCR), которые работают в режиме «дальний свет» являются:

- расположение центра наиболее яркой части светового пучка на контрольном экране (табл. 8.3);
- сила света в центре наиболее яркой части светового пучка, что для всех фар R (HR) и CR (HCR), расположенных на одной стороне ДТС, должна находиться в пределах 10000-12500 кд.

Таблица 8.3

Координаты центра экрана

Тип светораспределения фары	V, м		h, м
	не менее	не больше	
CR (HCR)	$V_P - 0,05$	V_P	$\pm 0,1$
R (HR)	0	0,05	

Для световых сигнальных огней регламентируется наименьшая и наибольшая сила света, которая измеряется по оси отсчета, а для указателей поворота еще и частота проблесков.

8.2.2. Проверка установки и силы света фар автомобилей

Для проверки установки и силы света фар автомобилей используются приборы раннего выпуска: НИИАТ Э-6, К-303, ПУР-1, СЕГ-15, ПРАФ-3, ПРАФ-9, К-310, Motex-7351 (Чехия), ПФ-72, Visor-091 (Югославия), KS-20 (Польша). Технические характеристики этих приборов описаны в работе [5]. Правильность установки фар определяется по положению светового пятна на экране прибора, а сила света – с помощью фотоэлемента.

Установку фар проверяют и регулируют на отдельном посту или на линии технического обслуживания при помощи настенного или переносного экрана либо специальных переносных или передвижных оптических приборов. Последние могут применяться в условиях хорошей освещенности помещений, требуют малой площади и обладают большей точностью, поскольку легко ориентируются относительно автомобиля. При проверке с помощью передвижного оптического прибора (рис. 8.5) его корпус 3, перемещающийся в вертикальном направлении по штанге 2, при помощи двух опорных штырей устанавливают на тележке 1 таким образом, чтобы оптические оси фары 8 и прибора совпали. При этом луч ближнего (или дальнего) света через линзу 6 и зеркало 4 попадает на матовый экран 5. Передвижную разметку 9 экрана регулируют при помощи неподвижной шкалы 10 в зависимости от модели проверяемого автомобиля (высоты установки фары и рекомендуемой дальности освещения дороги). При включении ближнего света будет освещена нижняя часть экрана, при включении дальнего света – верхняя часть. При несовпадении освещенности экрана с разметкой регулируют фары.

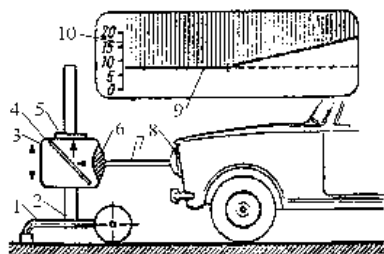


Рис. 8.5. Проверка установки фар автомобиля при помощи передвижного оптического прибора

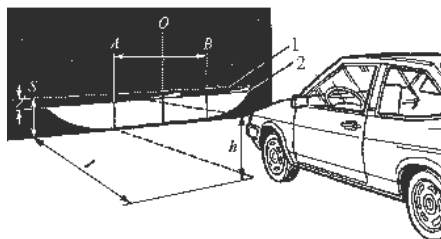


Рис. 8.6. Регулировка света фар:
 h – высота от пола до нити накала фары;
 l – расстояние от фары до экрана; S – величина, характеризующая отклонение луча;
 1, 2 – контрольные линии

Правильность установки фар определяют по положению светового пятна на экране прибора, а силу света – с помощью фотоэлемента. Проверку и регулировку направления светового потока луча фар можно проводить на специ-

альной площадке в затемненном помещении, оборудованном специальным экраном с разметкой согласно рис. 8.6 и табл. 8.4 и разметкой на полу для установки передних колес автомобилей различных моделей.

Таблица 8.4

Разметка экрана для регулировки фар

Модель автомобиля	Степень нагруженности автомобиля, Н	l , мм	S , мм	Расстояние AB , мм
ВАЗ-1111	750 на переднем сиденье водителя	5	65	956
ЗАЗ-968М	Без нагрузки	7,5	40	1219
ЗАЗ-1102	Без нагрузки	5	50	996
ВАЗ-2101, ВАЗ-2102	Без нагрузки	5	80	1166
ВАЗ-2105, ВАЗ-2107	750 на переднем сиденье водителя	5	75	938
ВАЗ-2121	Без нагрузки	5	120	1160
ВАЗ-2108, ВАЗ-2109	750 на переднем сиденье водителя	5	65	950
«Москвич-2140»	С полной нагрузкой	5	50	1102
«Москвич-2141»	750 на переднем сиденье водителя	5	75	1046
ИЖ-2126	750 на переднем сиденье водителя	5	65	908
ГАЗ-24	Без нагрузки	10	100	1370
ГАЗ-3102	Без нагрузки	5	65	1200

Условия контроля установки фар в соответствии со стандартами.

Последовательность выполнения работ следующая: поставить на горизонтальную площадку на расстоянии l от экрана, расположенного в тени, автомобиль с нагрузкой согласно табл. 8.4 и с нормальным давлением воздуха в шинах. Согласно ИЭ ДТС управляемые колеса должны стоять в направлении прямолинейного движения.

В соответствии с ИЭ ДТС проверку и регулировку фар выполняют у ненагруженного автомобиля с нормальным давлением воздуха в шинах, для чего автомобиль устанавливают на ровную горизонтальную площадку на расстоянии $(5 \pm 0,05)$ м от размеченного экрана до центров наружной поверхности рассеивателей света фар. Экран с матовой поверхностью должен быть шириной не менее 3 м и иметь отклонение от вертикальной плоскости не более чем на 1" (3 мм на 1 м). Линии разметки наносят на экран с допуском $\pm 0,5$ см. Перед регулировкой рассеиватели фар протирают чистой и мягкой ветошью. Точность считывания с экрана согласно стандарта ± 8 мм.

Автомобиль необходимо установить так, чтобы продольная ось его была перпендикулярна экрану, линия III (рис. 8.7) должна совпадать с продольной плоскостью симметрии автомобиля (допустимое отклонение не более $+0,5$ см), линии II и IV – с проекцией центров фар на плоскость экрана, а линия I должна находиться на уровне высоты центров фар.

При $L = (10 \pm 0,05)$ м, расстояние Н от линии I до линии AA должно равняться 250 мм. Допускается уменьшение расстояния L до $7,5 \pm 0,03$ или

($5 \pm 0,025$) м. Тогда расстояние Н должно быть 190 и 125 мм соответственно.

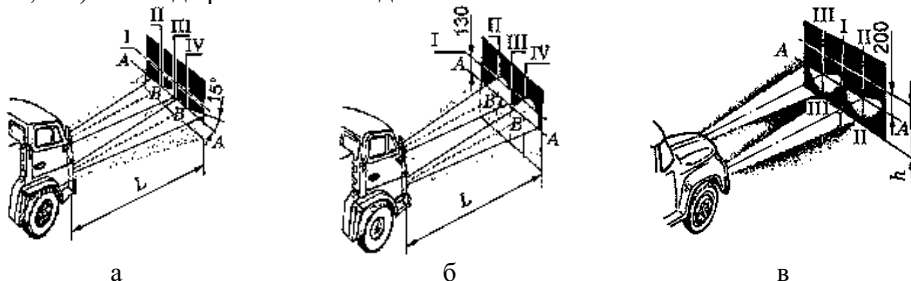


Рис. 8.7. Регулировка фар и направления светового потока для автомобилей:

- а – «КамАЗ» с колесной формулой 6×4; б – модели «КамАЗ» с колесной формулой 6×6;
в - модели «ЗИЛ» колесной формулой 4×2;
I – линия высоты центров фар от уровня земли; II, IV – линии центра левой и правой фар;
III – ось автомобиля

У автомобилей модели «КамАЗ» с колесной формулой 6×4 включают ближний свет фар и с помощью винтов вертикального и горизонтального регулирования фар добиваются такого направления светового потока, чтобы горизонтальная ограничительная линия освещенного и неосвещенного участков совпала с линией AA, а наклонные ограничительные линии, направленные вверх под углом 15° (см. рис. 6.7, а), исходили из точки В.

У автомобилей модели «КамАЗ» с колесной формулой 6×6 включают дальний свет фар и аналогичным образом добиваются совпадения центров световых пятен с точками В (см. рис. 8.7, б).

У автомобилей модели «ЗИЛ» для регулировки левой фары следует ослабить гайку болта ее крепления и поворачивать фару за корпус так, чтобы верхняя светотеневая граница светового пятна касалась линии AA и была параллельна плоскости площадки, а центр растянутого в горизонтальном направлении светового пятна попал на линию III-III. Отрегулированную фару необходимо закрепить, наблюдая за тем, чтобы световое пятно не смещалось. Аналогичным способом надо отрегулировать направление света правой фары так, чтобы центр светового пятна попал на линию II-II.

Для **регулировки противотуманных фар** автомобиль устанавливают на расстоянии 5 м от экрана, горизонтальная линия которого располагается на 100 мм ниже линии высоты центров фар (рис. 8.8). Отвернув гайку крепления противотуманной фары к кронштейну, устанавливают и закрепляют фару так, чтобы верхняя граница светового пятна на экране совпадала с горизонтальной линией.

Противотуманные фары (тип В) должны быть отрегулированы так, чтобы плоскость, которая содержит верхнюю светотеневую границу пучка, была расположена, как это отмечено в табл. 8.1. При этом верхняя светотеневая граница пучка противотуманной фары должна быть параллельна плоскости рабочей площадки, на которой установлено ДТС. Сила света противотуманных фар устанавливается в соответствии с табл. 8.2. Противотуманные фары должны включаться при включенных габаритных огнях независимо от включения фар

дальнего и (или) ближнего света.

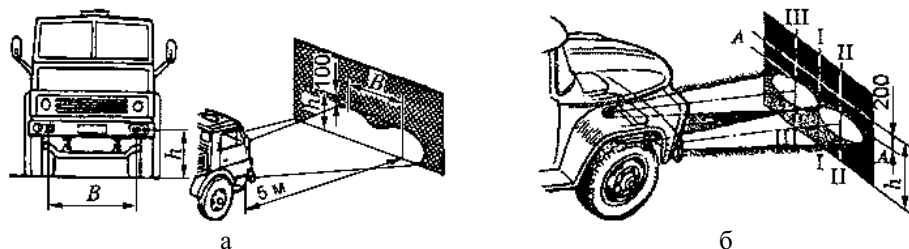


Рис. 8.8. Регулировка противотуманных фар автомобилей моделей «КамАЗ» (а) и «ЗИЛ» (б):

В – расстояние между центрами противотуманных фар; I-I – линия, перпендикулярная продольной оси автомобиля; II-II – линия центра правой фары; III-III – линия центра левой фары; h – высота центра противотуманных фар от поверхности земли

Для проверки и регулировки светового потока противотуманных фар применяют приборы К-303 (рис. 12.17), К-310 (рис. 8.9), ПФ-72 (рис. 8.10), прибор для контроля фар EFLE-60, 61 (Bosch).

При использовании прибора ПФ-72 (см. рис. 8.10) для контроля установки фар, они должны быть установлены таким образом, чтобы угол между пучком света и поверхностью дороги равнялся значению, приведенным в табл. 8.5, а в горизонтальной плоскости угол установки равнялся 0.

Прибор ПФ-72 удовлетворяет требованиям контроля фар согласно стандарта ДСТУ 3649-97.

Если нормативные значения углов установки фар нарушены, то необходимо выполнить регулировку. Для этого необходимо:

- снять ободок рассеивателя;
- отрегулировать сначала

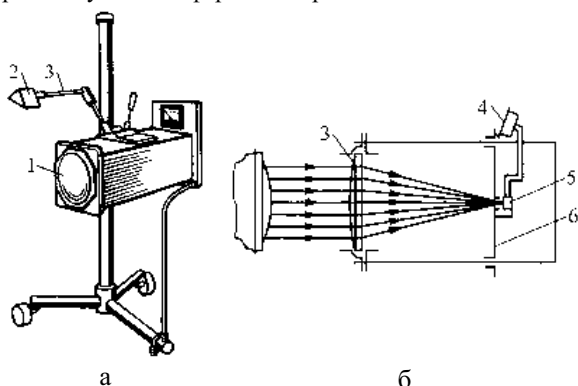


Рис. 8.9. Прибор К-310 для проверки фар:

а – общий вид; б – схема оптической камеры прибора; 1 – оптическая камера; 2 – прямоугольная призма; 3 – поворотная ось; 4 – линза; 5 – фотоэлемент; 6 – милливольтметр; 7 – экран

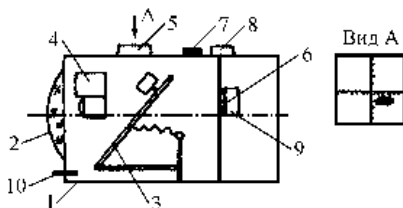


Рис. 8.10. Схема измерительного блока прибора ПФ-72:

1 – корпус измерительного блока; 2 – линза; 3 – откидное зеркало; 4 – откидное визирное устройство; 5 – экран; 6 – светофильтр; 7 – уровень; 8 – микроамперметр; 9 – фотоэлемент; 10 – выдвижной шуп

положение фары в вертикальной плоскости, а потом в горизонтальной с помощью регулировочных винтов;

- при выполнении регулировки необходимо следить за положением светового пятна на экране прибора.

Если фары имеют три регулировочных винта, то регулировка установки фар достигается путем их поочередного вращения, начиная регулировать в вертикальной плоскости.

Таблица 8.5

Показатели расположения светотеневой границы пучка ближнего света фар в зависимости от высоты установки фары

Высоты установки фары (по центру рассеивателя) Н, мм	Угол наклона светового пучка в вертикальной плоскости
До 600	34'
От 600 до 700	45'
От 700 до 800	52'
От 800 до 900	60'
От 900 до 1000	69'
От 1000 до 1200	75'
От 1200 до 1600	100'

После проверки и регулировки пятна ближнего света проверяют расположение пятна дальнего света. Пятно ближнего света должно располагаться на экране прибора ниже пятна дальнего света.

Контроль приборов сигнализации. Сила света каждого из огней (фонарей) светосигналов в направлении оси отсчета должна быть в границах, отмеченных в табл. 8.5, в стандарте ДСТУ 3949-97.

Сила света парных симметрично расположенных на разных сторонах ДТС (передних или задних) фонарей одного функционального назначения не должна отличаться более чем в два раза.

Габаритные огни, а также опознавательный знак автопоезда, должны работать в постоянном режиме.

Сигналы торможения (основные и дополнительные) должны включаться при воздействии на органы управления тормозных систем и работать в постоянном режиме.

Фонарь заднего хода должен включаться при включении передачи заднего хода и работать в постоянном режиме.

Указатели поворотов и боковые повторители указателей должны быть работоспособными. Частота прохождения проблесков должна находиться в пределах 60-120 проблесков в минуту. Длительность времени от момента включения указателей поворота до появления первого проблеска не должна превышать 1,2 с. Частоту прохождения проблесков указателей поворотов проверяют не менее чем по 10 проблескам с помощью измерительного прибора или универсального измерителя времени с отсчетом от 1 до 60 с и ценой деления не более 1 с.

Аварийная сигнализация должна обеспечивать синхронное включение

всех указателей поворота и боковых повторителей в проблесковом режиме.

Фонарь освещения заднего государственного регистрационного знака должен включаться одновременно с габаритными огнями и работать в постоянном режиме.

Задние противотуманные фонари должны включаться только при включенных фарах дальнего или ближнего света или противотуманных фарах и работать в постоянном режиме.

Сигнализаторы включения световых приборов, которые находятся в кабине (салоне), должны быть работоспособными.

8.2.3. Диагностирование света фар универсальным прибором

Сложность контроля фар и направления светового потока автомобилей приведенными методами с разметками привела к разработке и применению различных оптико-электронных приборов, которые позволяют проверять как установку фар, так и силу света.

В качестве примера рассмотрим диагностирование света фары с помощью универсальных приборов LITE 1.1 и LITE 1.2, которые отличаются конструктивно. Универсальность приборов определяется необходимой высотой стойки и движением по ней измерительного блока.

Для проведения измерений приборы устанавливают так, чтобы продольная ось измерительного блока была параллельна продольной оси автомобиля. Когда блок выставлен, включают дальнее и ближнее освещение и измеряют положение характерных точек на экране со шкалами и силу света. При необходимости проводят регулировку положения фар по прибору.

На посту контроля фар выполняется параллельная установки рейки прибора относительно оси моста автомобиля после проворачивания колес на роликах (происходит самоустановка). В таком случае базой отсчета является ось заднего моста, установленного на ролики, так как ось заднего моста определяет ось движения автомобиля по дороге. Поэтому при любом перекосе (неисправности) моста фары будут отрегулированы правильно.

Состав прибора LITE 1.1: оптическая камера с линзой Френеля; стойка; зеркало; опорная площадка; ролики (для перемещения). Вспомогательные устройства (стандартная комплектация): экран оптической камеры, который регулируется по высоте; откидное зеркало для диагностирования светораспределения фар; стрелочный люксметр. Изготовитель – фирма «Маһа».

Принцип измерения: свет фар направляют на экран (его видно через специальное окно), размещенный внутри прибора. Распределение света от фары регулируют по линиям решетки. Горизонтальный экран может перемещаться в вертикальной плоскости. Это дает возможность смещать проекцию, чтобы определить вертикальное отклонение луча по процентной шкале.

Состав прибора LITE 1.2 (стандартная комплектация): камера для оцифровки картины светораспределения; микропроцессор; орган управления камерой; светодиодный дисплей; разъем для передачи данных в персональный компьютер; пульт выбора режима контроля света; цифровой резистор регулирования угла отклонения светового пучка фары.

Принцип измерения: камера перемещается внутри корпуса прибора с помощью серводвигателя, сканируя отображение с поверхности проекции. Результаты за 2-3 секунды обрабатывает процессор и автоматически сравнивает с нормативными параметрами.

Принцип управления прибором: картина распределения света от фары отображается на светодиодном дисплее. Отклонение светового пучка определяется по цвету светодиодов (зеленый, желтый, красный).

С помощью специального пульта прибор мгновенно перенастраивается на измерения в разных световых режимах (свет ближний, дальний, противотуманный).

На пульте управления прибором есть функциональные клавиши для передачи результатов измерения в персональный компьютер.

Контрольные вопросы

1. Каковы основные функции освещения и сигнализации автомобилей?
2. Приведите основные неисправности освещения и сигнализации автомобилей.
3. Каковы требования к коммутационным устройствам системы освещения и сигнализации?
4. Каковы диагностические параметры и нормативы технического состояния освещения установлены стандартам ДСТУ 3649-97?
5. Как производится проверка установки и силы света фар автомобиля?
6. Каковы необходимые условия контроля установки фар согласно стандартов?
7. Как проводится контроль приборов сигнализации?

9. СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КУЗОВА АВТОМОБИЛЯ

9.1. Причины появления неисправностей кузова

В процессе эксплуатации в кузове автомобиля и в кабине грузового могут возникнуть различные неисправности:

- усталостные трещины;
- износ трущихся поверхностей;
- смещение положения элементов кузова;
- коррозионные повреждения;
- деформации силовых элементов и деталей;
- повреждение резьбы приваренных гаек и шпилек;
- трещины материала кузова и сварных швов;
- разрушения остекления;
- нарушение шумоизолирующих, герметизирующих и лакокрасочных покрытий;
- нарушение геометрии кузова и панелей.

Техническое состояние автомобильного кузова определяется наличием или отсутствием конкретных неисправностей. Можно выделить основные причины возникновения неисправностей кузовов:

- качество лакокрасочного покрытия;
- коррозия;
- статические и динамические знакопеременные силовые нагрузки;
- низкое качество изготовления кузовов;
- аварии, столкновения;
- старение материала кузова;
- изнашивание и др.

Названные причины действуют как вместе, так и порознь, сила их влияния может быть различной. Преобладание действия той или иной причины или их определенного сочетания вызывает появление соответствующих групп неисправностей: коррозионных разрушений, разрывов и трещин, вмятин, перекосов и т. д.

Классификация причин и факторов, снижающих долговечность металлических кузовов автомобилей, представлена на рис. 9.1, 9.2 [61].

Из всей совокупности факторов наибольший интерес представляют: конструктивные; технологические; факторы, связанные с техническим обслуживанием и ремонтом автомобилей; факторы, обуславливаемые навыками вождения автомобиля; дорожно-климатические условия; скоростной режим движения автомобиля.

Наблюдения показали [61], что конструктивные и технологические факторы напрямую связаны с долговечностью кузова автомобиля, так как от типа, конструкции, качества материалов и сборки зависит жесткость кузова. Именно жесткость кузова является основным эксплуатационным параметром. В период эксплуатации происходит деформация кузова, возникающая от неровностей дорожного покрытия, нагрузок вызванных резким ускорением и замедлением

автомобиля, влияния массы перевозимого груза и т. п.



Рис. 9.1. Причины (а) и факторы (б), влияющие на интенсивность появления неисправностей кузова

Изменение геометрических параметров основания кузова легкового автомобиля происходит, в основном, из-за:

- изменения геометрии основания кузова без видимых деформаций элементов вследствие старения металла, повышенных нагрузок при эксплуатации;
- изменения геометрии основания кузова с видимыми деформациями элементов кузова вследствие повышенных нагрузок при эксплуатации, из-за ДТП;
- деформации элементов силового каркаса кузова: лонжеронов, порогов, поперечин, основания кузова.

Наиболее характерными неисправностями рам являются усталостные трещины и деформации лонжеронов и поперечин, ослабление заклепочных соединений, срез заклепок, износ кронштейнов. Из всех кузовных неисправностей 70-80% это легкие и средние повреждения нарушенных панелей при сохранении геометрии платформы кузова.



Рис. 9.2. Классификация повреждений кузова автомобиля

Главная причина старения кузовов легковых и кабин грузовых автомобилей – коррозия. По характеру разрушения коррозия может быть общей и локальной. В зависимости от среды коррозия может быть атмосферной, газовой, почвенной, кислотной, солевой, водной. Кроме того, коррозия может быть химической и электрохимической.

Солевая коррозия происходит с максимальной интенсивностью при концентрации соли 2-5% раствора. Интенсивность коррозирования стальных деталей может достигать 30-40 мкм/г, а цинковых – 8 мкм/г. При увеличении влажности воздуха с 60 до 90% интенсивность коррозии возрастает в три раза.

Электрохимическая коррозия возникает вследствие образования гальванического элемента в местах соединений различных металлов (сталь-алюминий, сталь-медь, сталь-цинк и пр.).

Локальная коррозия возникает на ограниченных участках и проявляется в виде щелевой, точечной и подслоной коррозии.

Щелевая коррозия происходит в небольших зазорах и щелях, где долгое время сохраняется влага или грязь, например, в местах точечной сварки кузова.

Точечная коррозия возникает в местах механического повреждения лакокрасочного покрытия вследствие ударов щебня или гравия, например, на трубопроводах, изготовленных из стали с защитным слоем меди, а также на деталях, имеющих декоративные хромо-никелевые покрытия.

Подслоная коррозия является следствием пористости и гигроскопично-

сти неметаллических (лакокрасочных) покрытий, через которые к поверхности металла проникают коррозионно-активные вещества.

Виды проявления неисправностей:

- крен кузова и увод автомобиля по причине технического состояния подвески, осадки пружин, рессор, поломки листов рессор;
- высокий уровень шума и стук при движении (изношены крюки и петли бортов);
- высыпание груза (неисправна платформа);
- провисание дверей, не работают запорные устройства (повреждены петли);
- нарушена герметичность (неплотное прилегание поверхностей, изнашивание или отслоения уплотнителей дверей);
- на панелях имеются царапины, трещины, вмятины, пробоины;
- повреждение лобового и заднего стекла кабины;
- повреждение внутренней обшивки;
- отказы в работе дополнительного оборудования;
- ослабление болтовых и заклепочных соединений.

9.2. Дефекты и неисправности сварных соединений

Большую опасность разрушения имеют неисправности мест соединения деталей методами сварки и пайки. Металлургические дефекты (раковины, поры, шлаковые включения и др.), например, изменение размеров зерен, горячие и холодные трещины являются типичными дефектами сварного шва. В процессе эксплуатации причинами неисправностей в металле как естественный физический износ и коррозия металлов, так и усталостные трещины и трещины в местах концентрации напряжений.

Трещины в наплавленном металле – разрывы металла в продольном и поперечном направлениях. Причины образования:

- неправильно выбранная марка электродов, сварочной проволоки и флюса или их неудовлетворительное качество;
- неправильные режимы и техника сварки;
- высокие внутренние напряжения в швах;
- наличие в швах пористости или шлаковых включений.

Холодные трещины возникают в шве и переходной зоне. Они могут быть расположены под любым углом ко шву, в изломе трещины светлые или со слабыми цветами побежалости. Возникают при остывании детали в зоне пониженных температур, преимущественно при дуговой сварке низколегированной стали большой толщины. Чаще трещины возникают в переходной зоне вследствие неправильной техники сварки или неправильно выбранного присадочного материала.

Горячие трещины в переходной зоне от шва к основному материалу извилисты, в изломе имеют темный цвет, сильно окислены, распространяются по границам зерен.

Мелкие трещины (микротрещины) в шве или надрывы по переходной зоне (на нетравленных шлифах под микроскопом имеют вид тонких линий)

возникают в результате неудовлетворительного качества присадочной проволоки, обмазки или флюса.

Трещины, образующиеся при термообработке (закалке) узлов и деталей, могут иметь любое направление. Возникают из-за несоблюдения режимов и условий термообработки сварных узлов или за счет неудовлетворительной (нетехнологичной) конструкции детали или узла.

Трещины рихтовочные могут иметь любое направление, в изломе светлые. Причина образования – неправильная технология правки изделий, получивших коробление.

Непровар – это отсутствие сплавления между основным и наплавленным металлом в корне шва или по кромке, а также между отдельными слоями – проходами при многопроходной сварке.

Поры и раковины – пузыри (обычной сферической формы) различной величины, заполненные газами (водород, оксид углерода). Образуются из-за присутствия газов, поглощаемых жидким металлом в процессе сварки.

Шлаковые включения в металле шва – это небольшие объемы, заполненные неметаллическими веществами (шлаками, оксидами). Их величина колеблется от микроскопических размеров до нескольких миллиметров в поперечнике. Форма может быть самой различной – от сферической до плоской, вытянутой в виде пленки, которая разделяет прилегающие объемы наплавленного металла.

9.3. Визуальный контроль технического состояния

При осмотре кабины и платформы грузовых автомобилей проверяют:

- состояние и надежность крепления скобами уплотнителей дверей кабины;
- крепление панелей крыльев, щитков подножек к кабине, фартуков брызговиков к кабине и крыльям;
- крепление подножек кабины, передних и задних грязевых щитков и брызговиков, а на некоторых автомобилях крепление панелей крыльев к раме;
- крепление петель винтами;
- состояние и крепление зеркал заднего обзора, кронштейнов зеркал;
- закрепление кронштейнов и надежность фиксации зеркал в удобном для водителя положении;
- состояние и крепление хомутов платформы к раме;
- крепление верхних фиксирующих угольников к продольным брусам и нижних фиксирующих угольников к раме;
- состояние и крепление держателя запасного колеса.

Причиной провисания дверей обычно является изнашивание осей или отверстий петель из-за несвоевременного смазывания последних.

Стекла не должны иметь трещин, желтизны, радужности, царапин, рисок, выработок от щеток стеклоочистителя.

Уплотнение дверей проверяют с помощью полоски бумаги, которая при закрытых дверях должна быть плотно прижата уплотнителем. Другой способ проверки состоит в натирании уплотнителя мелом и последующем закрывании

и открывании дверей. Отпечаток мела должен быть по всему периметру проема.

На рис. 9.3 показаны места проверки надежности крепления элементов платформы [49].

При ТО седельного тягача проверяют состояние седельного устройства и крепление его к кронштейнам, а кронштейнов – к раме.

При визуальном осмотре кузова легковых автомобилей особое внимание уделяют:

1. Элементом кузова, на которых не допускается наличие трещин и вмятин. Колеса должны располагаться по центру колесных арок. Открывая и закрывая все двери, крышки капота и багажника, необходимо проверить на легкость хода и плотность прилегания

2. Контроль кузова осуществляют при установке автомобиля на смотровую канаву. Открывают все двери и крышки капота и багажника.

3. С помощью измерительной линейки определяют размеры прорезей капота, багажника. Схемы проверок и измерений имеются в технической документации на автомобиль.

4. На основании выполненных измерений составляют письменный отчет с указанием выявленных отклонений.

5. С помощью штангенциркуля измеряют зазоры соединяющихся наружных деталей кузова в следующем порядке:

- зазор между передним левым крылом и дверями водителя;
- зазор между левой стойкой прорези ветрового стекла и рамкой двери с левой стороны;
- зазор между крышей и верхними сторонами левых дверей, передней и задней;
- зазор между задними дверями и крылом с левой стороны автомобиля;
- зазор между передними и задними дверями с левой стороны автомобиля;
- зазор между порогом основания кузова и дверями с левой стороны автомобиля;
- те же измерения делают с правой стороны автомобиля;
- зазоры по периметру крышки капота;
- зазоры по периметру крышки багажника.

Отклонение от допустимых геометрических параметров прорезей (окон, дверей, капота, крышки багажника), а также места расположения базовых точек крепления силового агрегата, подвески и узлов трансмиссии, к основанию кузова вызывает перекос кузова.

Перекосы могут быть несложными, средней сложности, сложными и особо сложными:

1. Несложный перекос кузова:

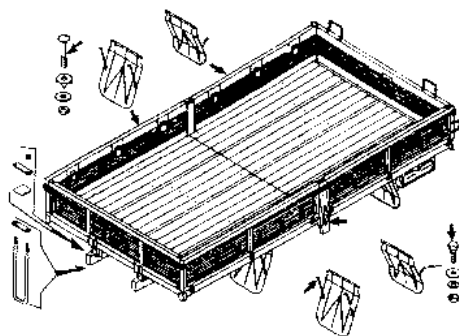


Рис. 9.3. Места проверки надежности крепления элементов платформы

- прорези капота;
- прорези крышки багажника;
- прорези задних дверей.
- 2. Перекос кузова средней сложности:
 - прорези капота и крышки багажника;
 - передних лонжеронов (кроме переднеприводных автомобилей);
 - задних лонжеронов.
- 3. Сложный перекас кузова:
 - передних и задних лонжеронов (кроме переднеприводных автомобилей);
 - передних лонжеронов и каркаса кузова (кроме переднеприводных);
 - задних лонжеронов и каркаса кузова;
 - передних лонжеронов для переднеприводных.
- 4. Перекас кузова особой сложности:
 - передних и задних лонжеронов и каркаса кузова (кроме переднеприводных автомобилей);
 - передних и задних лонжеронов переднеприводных автомобилей;
 - передних лонжеронов и каркаса кузова переднеприводных автомобилей.

9.4. Контроль технического состояния кузова

Долговечность деталей кузова определяется наработкой (пробегом автомобиля) и календарным сроком службы. Детали кузова можно разделить на две группы: первая – передние и задние крылья, нижние части арок задних колес, детали передней части; вторая – передние и задние панели, детали пола багажника и салона, лонжероны. Разница сроков службы данных групп – 3-4 года.

В кузовах легковых автомобилей после трех лет эксплуатации возникает множество очагов коррозии, общей площадью 150-230 тыс. кв. см. [49]. При ДТП обязательно повреждаются панели кузовных элементов автомобилей. Согласно статистических данных до 80% повреждений приходится на небольшие и средние повреждения. Половина из них – это вмятины, не требующие замены всего элемента и устраняемые рихтовкой. Более 50% таких повреждений составляют зоны с затрудненным или полностью закрытым обратным доступом.

Для борьбы с коррозией днища и крылья автомобилей покрывают в основном битумными составами: мастика 580, 218 и Д-11А. Срок их действия в зависимости от условий эксплуатации автомобиля – 1-2 года. Битумные покрытия хорошо противостоят воздействию влаги, воды и соли, но нестойки к ударам гравия и песка, неморозостойки, а также чувствительны к температурным перепадам.

Причинами изменения технического состояния кузова могут быть повреждения при ДТП, усталостное разрушение элементов кузова, нарушения условий эксплуатации автомобиля (езда по неровностям на большой скорости, неправильное паркование, превышение допустимой грузоподъемности авто-

мобиля). Все это приводит к нарушению заводских размеров прорезей и зазоров в соединяемых деталях кузова, а также к смещению контрольных точек основания кузова относительно их номинального положения.

Кроме линейных размеров прорезей и зазоров важное место в оценке технического состояния кузова легкового автомобиля занимает правильное положение точек крепления двигателя и подвески. Смещение точек крепления двигателя к кузову нарушает распределение масс автомобиля, а также приводит к увеличению нагрузок на элементы кузова. Смещение точек крепления подвески к кузову легкового автомобиля нарушает параллельность расположения осей, углы установки колес, что приводит к ухудшению управляемости автомобиля, интенсивному изнашиванию шин и повышенному расходу топлива. Отклонение контрольных точек кузова автомобиля определяется инструментальными методами с помощью измерительных стендов, например, NAJA CELETTE.

Проверка геометрических параметров кузова выполняется визуально (на наличие видимых повреждений, трещин и деформаций элементов кузова) и с помощью измерительных инструментов (проверка геометрии дверных и оконных прорезей, прорезей капота и багажника, положение точек крепления подвески).

Главной целью проведения диагностики кузова автомобиля является получение достоверного результата прогноза до следующей диагностики и вычисление пробега, при котором наступит критическое состояние кузова автомобиля. Критическое состояние кузова автомобиля наступает при исчерпании своего ресурса до определенного значения, определенного его конструкцией. Во время наступления критического состояния кузова дальнейшая эксплуатация транспортного средства невозможна, из-за большой вероятности отказа. Под отказом подразумевается разрушение силовых элементов кузова, что влечет за собой создание аварийной ситуации.

При очередном диагностировании кузова, прежде всего, необходимо определить, не наступит ли критическое состояние до следующего момента диагностирования. Диагностирование осуществляется систематически с определенным интервалом времени, например кварталное диагностирование. В то же время необходимо знать, когда необходимо проводить текущий или капитальный ремонт кузова, то есть рациональное планирование. Постановка такой задачи носит глобальный характер, она не связана с тем или иным конкретным моментом глобального (углубленного) диагностирования и определяет срок безопасной работы элементов кузова в течение года или более.

Следует отметить, что для годового прогнозирования можно использовать результаты кварталного и наоборот, кварталное прогнозирование может подсказывать результаты годового прогноза. Очевидно, что точность кварталного прогнозирования выше годового, так как более важным является обеспечение безопасной эксплуатации кузова именно в период выполнения работы до следующего углубленного диагностирования.

Годовое прогнозирование, таким образом, определяет полное время сохранения работоспособного состояния кузова или срок отправки его в ремонт.

Для каждого конкретного автомобиля необходимо определить соотно-

шение между годовым и квартальным прогнозированием. При этом прогнозирование может осуществляться как по отдельным элементам кузова отдельно, так и по автомобилю в целом.

При установлении области рационального расходования ресурса должен быть установлен критерий оптимизации и найдено его наилучшее значение с учетом имеющегося подвижного состава и уровня управления. Важнейшим элементом такого управления служит нормирование ресурса кузова и отображение этого показателя в соответствующей документации.

В зависимости от сложности дорожных условий, интенсивности эксплуатации транспортного средства, ресурс кузова и, соответственно, автомобиля в целом, должен устанавливаться для тех категорий и условий эксплуатации, потребность в которых выявлена.

Оценка долговечности кузова и автомобиля в целом следует использовать показатели ресурса в магистральном и городском циклах с различной степенью пассажирозаполняемости. Эти показатели характеризуют изменение ресурса кузова в зависимости от скоростного и нагрузочного режима работы автотранспортного средства. Однако число факторов влияющих на ресурс автомобиля в целом весьма велико. Очевидно, при прогнозировании остаточного ресурса кузова или автомобиля следует индивидуальные качества конкретного автомобиля.

Области рационального использования автомобилем с заданным уровнем остаточного ресурса кузова (рис. 9.4) можно определить путем последовательного выполнения следующих этапов:

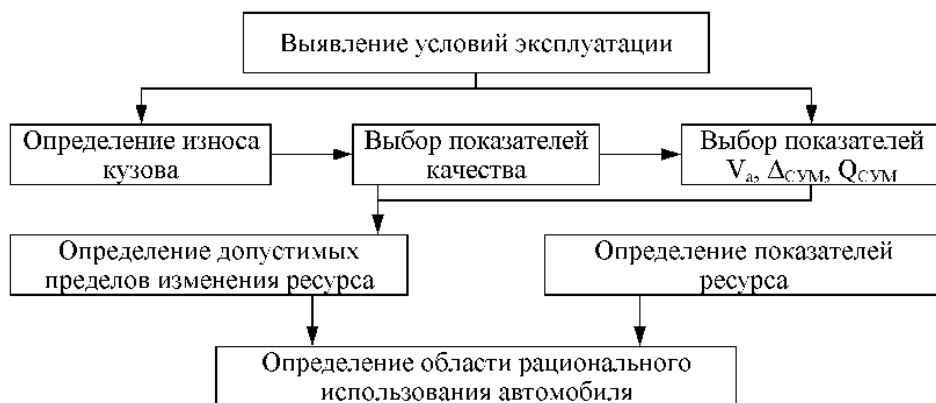


Рис. 9.4. Методика определения области рационального использования кузова автомобиля

- определение интенсивности изнашивания кузова, которая оказывает наибольшее влияние на ресурс автомобиля при использовании в данных условиях эксплуатации;
- установление показателей расходования ресурса кузова и автомобиля в целом, которые наиболее полно описывают техническое состояние парка;
- выявление факторов условий эксплуатации, уровень и вибрация кото-

рых оказывают существенное влияние на величину показателей расходования ресурса (средняя техническая скорость, суммарный расход топлива и т. п.);

- выбор показателей скорости движения автомобиля, массы перевозимого груза и расхода топлива, характеризующих категории условий эксплуатации;

- определение зависимости показателей расходования ресурса автомобиля от рассматриваемых факторов условий эксплуатации;

- обоснование допустимых пределов изменения показателей расходования ресурса, при которых использование автомобилей будет рациональным;

- определение области рационального расходования ресурса кузова автомобилей.

В последующих подразделах представлены алгоритмы принятия решения и рекомендации для практического использования методики прогнозирования остаточного ресурса кузова и автомобиля в целом.

Таким образом, расход ресурса кузова следует оценивать по таким параметрам, которые определяют нагрузочно-скоростной режим работы автомобиля (кузова): скорость движения автомобиля, расход топлива, полный вес автомобиля, конструктивные особенности автомобиля и т. п. в зависимости от заданных условий эксплуатации.

9.5. Традиционное оборудование и технологии контроля и устранения неисправностей кузова

Контроль геометрических параметров кузова осуществляют с помощью специальных стендов, используя принципы измерений на основе обычных механических устройств (линеек, угольников, кронштейнов, шаблонов), приборов оптического, электронно-механического, электронно-оптического действия или ультразвуковых (инфракрасных) систем измерения универсальных систем «Roll-on/Roll-off».

Для контроля геометрии кузова может использоваться любая независимая электронная или механическая измерительная система:

- стенды с механической системой измерений комплектами инструментов (уголки, шаблоны, линейки, отвесы, устройства крепления автомобиля (кузова), пневматические или гидравлические цилиндры, телескопические выдвижные стержни);

- стенды для правки и контроля геометрических параметров с оптической системой измерения (источники света, поворотные призмы изменения направления луча);

- стенды для правки и контроля геометрических параметров с электронно-механической и электронно-оптической системой измерений;

- стенды для правки и контроля геометрических параметров с ультразвуковой системой измерений (источники ультразвука, устанавливаемые под основанием автомобиля, измерительные линейки).

Прежде чем приступить к ремонту, следует определить последовательность операций, которая обычно определяется характером деформации кузова, рассмотреть мероприятия, обеспечивающие защиту электрооборудования ав-

томобиля и его агрегатов, особенно при проведении сварочных работ. С целью защиты электронных систем от протекания токов большой силы необходимо отсоединить клеммы от аккумуляторной батареи, генератора, приборов управления АБС и систему регулирования привода ведущих колес и прочих аналоговых систем и устройств, а также удалить электрические провода и шланги.

Стенды для правки и контроля кузовов. Для контроля геометрии точек крепления узлов шасси, а также выполнения сложного ремонта с одновременным контролем используют специальные стенды. Они различаются системами измерения, которые подразделяются на механические, оптические, с компьютерной измерительной системой и ультразвуковые.

Стенд с механической измерительной системой состоит из двух основных частей – платформы, на которой закрепляют кузов, и силовых стоек (рис. 9.5). На таком стенде можно растягивать кузов с любой стороны, под любым углом, моделируя картину удара в обратном направлении. Обычно автомобиль закрепляют на платформе захватами за отбортовку порогов [30].

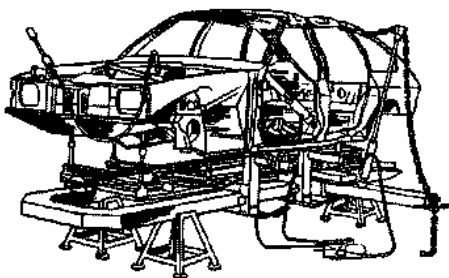


Рис. 9.5. Стенд с механической измерительной системой

Правка кузова происходит в такой последовательности: в необходимом ме-

сте деформированной детали закрепляют захват той или иной конструкции и цепью соединяют его с платформой и силовой стойкой. Под действием гидравлики силовая стойка тянет цепь с зажимом на себя, постепенно выправляя поврежденную часть кузова. Для безопасности работающих управление силовыми стойками осуществляется с помощью дистанционного пульта. Геометрию кузова определяют по контрольным точкам крепления агрегатов и восстановительным точкам кузова.

Первые конструкции стендов представлены на рис. 9.6-9.9. Контрольными точками кузова являются места крепления базовых агрегатов.

Для контроля и правки кузова применяют стенды Р-620 (см. рис. 9.6) типа БС-123.000 (см. рис. 9.7) и БС-71.000 (см. рис. 9.8) [30].

Стенд Р-620 состоит из фундаментной рамы, гидравлического привода, приспособлений для установки автомобиля и крепления цепей к раме и элементам автомобиля.

Восстановление геометрии кузова обычно производят путем вытягивания деформированных элементов, изготовленных из пластичной стали. В качестве силовых устройств используют гидравлические цилиндры, в которые масло подается ручными плунжерными насосами, или винтовые устройства, работающие по принципу римской гайки (правый и левый конец винта имеет правую и левую резьбу, поэтому при вращении винта гайки раздвигаются или сдвигаются). В устройства для вытягивания элементов кузова входят различные зажимы, цепи, блоки и т. п.

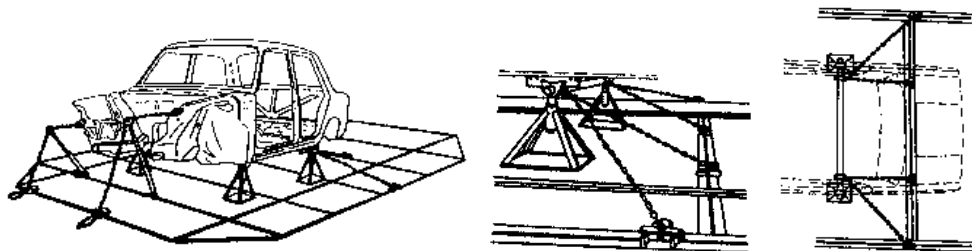


Рис. 9.6. Установка кузова на стенде Р-620

Контроль геометрии кузова производят с помощью специальных кронштейнов и стоек, которые выставляются в соответствии с чертежом кузова относительно плоскости рамы стенда. Вытягивание кузова производят до совпадений контрольных точек.

Вытягивание элементов кузова, если это необходимо, производят поэтапно, воздействуя на разные элементы. Необходимо учитывать эффект ползучести металла, поэтому при правке полезно оставлять кузов в нагруженном состоянии на длительное время. Если возникает необходимость, то при восстановлении геометрии кузова могут срезаться некоторые стойки или лонжероны, а после правки их вновь приваривают. Места сварки могут быть усилены накладыванием дополнительных пластин, при этом, однако, не следует сильно менять жесткость элементов кузова. Кузов является сложной статически неопределимой конструкцией, поэтому изменение жесткости одного из элементов может существенно перераспределять нагрузку в других элементах.

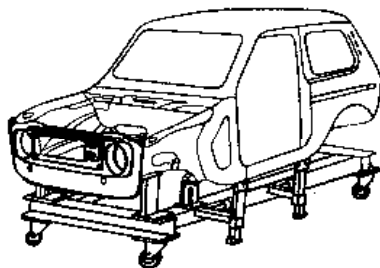


Рис. 9.7. Установка кузова на стенде БС-123.000 для контроля геометрии

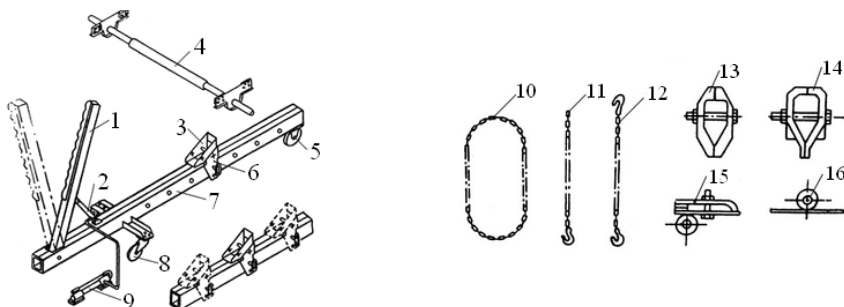


Рис. 9.8. Установка для правки кузовов БС-71.000

На рис. 9.8 приняты следующие обозначения: 1 – силовой рычаг; 2 – гидrocилиндр; 3 – упор; 4 – силовая поперечина; 5 – вертлюжное колесо; 6 – кронштейн; 7 – балка; 8 – колесо; 9 – насос; 10-16 – набор приспособлений для захвата элементов кузова.

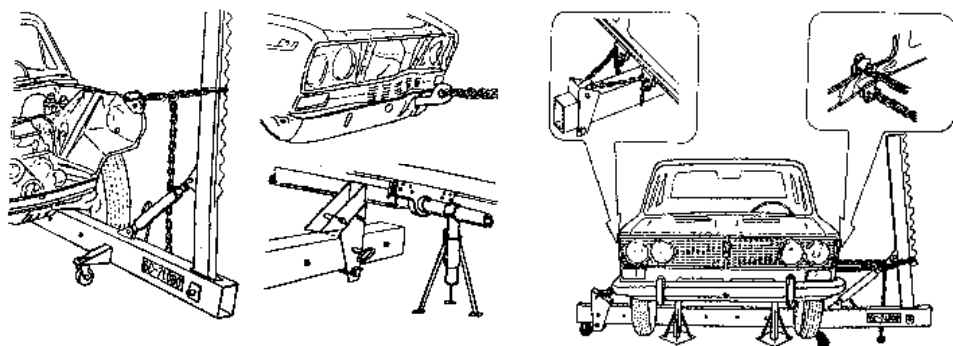


Рис. 9.9. Варианты использования стэнда БС-71.000

9.6. Оборудование и технологии рихтовки

9.6.1. Традиционные методы и средства рихтовки

После восстановления геометрии кузова производят рихтовку его панелей. Для рихтовки применяют широкий набор инструмента: молотки различной формы, резиновые и деревянные киянки, рычаги и прижимы, различные зубила, ножницы, ножовки, ручные наковальни разной формы и т. д. На рис. 9.10 показаны приемы рихтовки незначительных вмятин с использованием ручной наковальни и молотка; на рис. 9.11 – с использованием рычагов-прижимов [30].

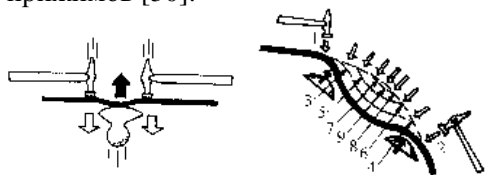


Рис. 9.10. Схема устранения вмятин на плоской и выпуклой поверхности

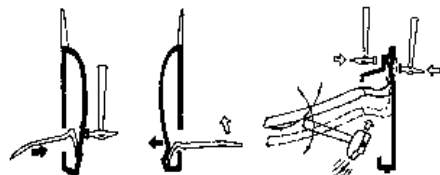


Рис. 9.11. Правка панелей с использованием прижимов и рычагов

На рис. 9.10 цифрами показана последовательность нанесения ударов.

Для удаления вмятин панелей в тех случаях, когда удары обычным молотком изнутри кузова невозможны, может быть использован вытягивающий молоток, состоящий из стержня, рукоятки и массивной втулки, надетой на стержень. Конец стержня имеет зажим для закрепления проволоки. Проволока приваривается в центре вмятины панели, к рукоятке прикладывают одной рукой вытягивающее усилие, а другой рукой двигают массивную втулку и наносят удары по рукоятке (рис. 9.12). После вытягивания панели приваренную проволоку срезают.

В некоторых случаях рихтовку панели удобнее вести после того, как она будет снята с кузова. На рис. 9.13 показана процедура такой операции при использовании стационарной плоской наковальни или в комбинации с ручной наковальней.

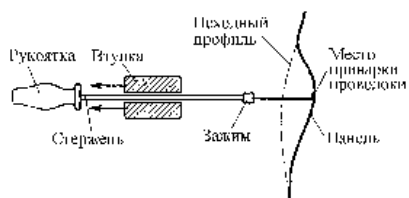


Рис. 9.12. Схема вытягивания вмятины

Рихтовка должна обеспечить осаживание металла выпучины и получение исходного профиля панели. Это может быть достигнуто разными методами. На рис. 9.14 показана рихтовка снятой панели с использованием наковальни и особого инструмента в виде пластины с насечками, по которой наносят удары молотком. Острые насечки в момент удара удерживают металл от расплывания и лист металла опускается плоскопараллельно вниз.

Часто осаживание выпучины производят без снятия панели, методом «выстукивания» специальным молотком с заостренным бойком, напоминающим кернер. Каждый удар приводит к образованию лунки, при большом числе таких лунок их общая поверхность становится равной поверхности выпучины, что возвращает контур панели к исходному профилю (рис. 9.15). Удары наносят кругообразно по всей поверхности выпучины, начиная с ее центра. В дальнейшем выравнивание обработанного таким образом участка обеспечивается шпаклеванием (шпатлеванием).

Следующим методом устранения выпучины является точечный нагрев металла с последующим быстрым охлаждением. Нагрев металла докрасна производят электродуговой сваркой с использованием угольного или неплавящегося вольфрамового электрода (может использоваться газовая горелка). При точечном нагреве небольшого участка до пластичного состояния прилегающие к нему зоны хотя и меньше, но тоже нагреваются, что сопровождается температурным расширением металла. Расширяющийся металл не может вдвигаться в зону холодного твердого металла, а пластичная зона не оказывает сопротивления и расши-

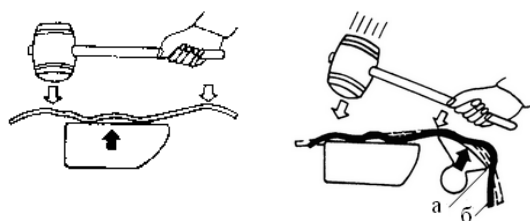


Рис. 9.13. Исправление деформации снятой с кузова панели:
а – исходный (требуемый) профиль панели; б – профиль панели после деформации

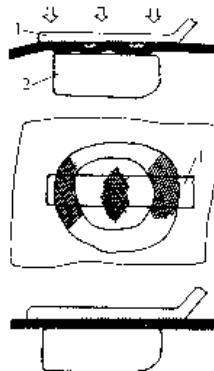


Рис. 9.14. Осаживание выпучины на наковальне:

1 – пластина с насечками; 2 – наковальня

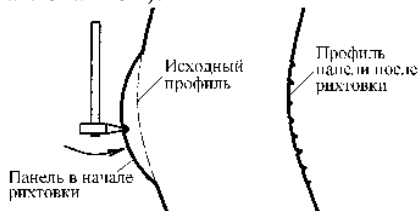


Рис. 9.15. Осаживание выпучины «выстукиванием»

ряющийся металл вдвигается в эту зону. При охлаждении нагретою точечного участка металл перестает быть пластичным, при дальнейшем охлаждении нагретой зоны возникают растягивающие напряжения, под действием которых выпучина стягивается.

Эффективность осаживания выпучины можно повысить, если параллельно с нагревом использовать метод «прямойковки», то есть обстукивать выпучину алюминиевым молотком.

Тепловой способ может быть использован для устранения на панелях крыши, капота и т. д. «повреждений градом» – мелких впадин диаметром около 10 мм и глубиной 1-2 мм. Газовой горелкой панель спиралеобразно, начиная с периферии и двигаясь к центру, нагревают, пока не начнется температурное изменение цвета лакокрасочного покрытия. За счет расширения металла в зоне нагрева, впадина испытывает сжимающие напряжения, происходит как бы излом ее кромок, и она приподнимется над общей поверхностью панели [30].

Существует вакуумная рихтовка кузовов с использованием специальных вакуумных присосок, применение которых целесообразно на крупных полостях вмятинах диаметром больше 15-20 мм (рис. 9.16).

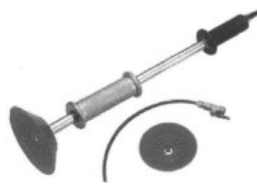


Рис. 9.16. Вакуумная рихтовка кузова рихтовочной пневмоприсоской

На сегодняшний день существуют альтернативные методы удаления вмятин, использующие специальные аппараты, так называемые споттеры (рис. 9.17), позволяющие рихтовать закрытые полости автомобилей (пороги, арки задних крыльев и др.) без повреждения детали и разборки. Их принцип действия – сварка сопротивлением [50, 51, 52]. Но остается необходимость последующей шпаклевки и окраски ремонтируемой детали, что также является достаточно серьезным недостатком этого метода.

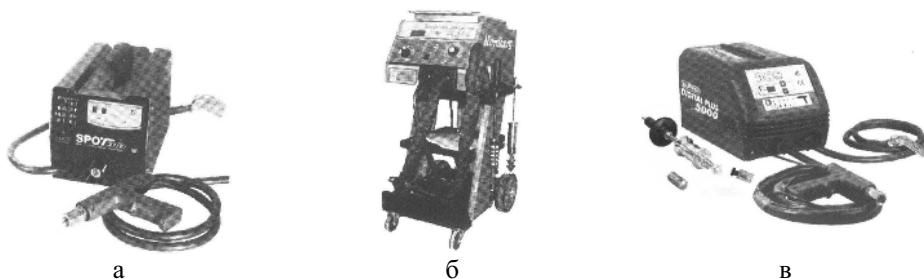


Рис. 9.17. Споттеры:

а – GYSPOT 2400 (IMS SPOT 17/2); б – аппарат точечной сварки 220 В WS6; в – Digital Plus 5000 (380 В)

В последнее время появилась новая технология удаления вмятин без покраски – Paintless Dent Repair (PDR). Это стало возможным благодаря разработке и активному внедрению в автомобильной промышленности лакокрасочных покрытий на основе полимерных соединений.

Одним из основных недостатков данной технологии является необходимость доступа к внутренней стороне ремонтируемой детали, то есть остается необходимость в разборке автотранспортного средства. Предложен также целый ряд альтернативных способов удаления вмятин с металлических конструкций. Существует способ удаления вмятин с помощью магнита (электромагнита). Его суть состоит в том, что к месту с вмятиной на металле подносят магнит (электромагнит), а с противоположной стороны (с обратной стороны поврежденного участка листового металла) подносят металлический объект (шарик, ролик, массивную металлическую подложку) который обладает хорошими магнитными свойствами. Магнит, притягивая металлический объект, удаляет вмятину.

9.6.2. Современные магнитно-импульсные технологии ремонта и восстановления кузовных панелей автомобилей

Возможности магнитно-импульсной технологии. Основным преимуществом предлагаемой технологии и оборудования, обеспечивающего ее реализацию, является то, что операция рихтовки производится с внешней стороны поврежденной кузовной панели автомобиля без ее разборки и демонтажа. Сама же операция длится от нескольких секунд до нескольких минут, в зависимости от формы вмятины, ее расположения и геометрических размеров. Ход операции и ее технологический маршрут определяются обозначенными параметрами вмятины на кузовной панели, что вызывает необходимость создания некой классификацией рихтуемых вмятин. Этим и обозначится область применения предлагаемой технологии [50, 51, 52].

Виды неисправностей панелей автомобилей – вмятины (рис. 9.18):

- упругие деформации – предел текучести металла не преодолен, $k < 0,025$;
- пластичные деформации – металл находится в зоне между пределом текучести и пределом прочности, при этом защитное лакокрасочное покрытие остается неповрежденным, $0,025 \leq k \leq 0,03$;
- промежуточное положение деформации – металл находится в точке предела текучести, $k > 0,03$.

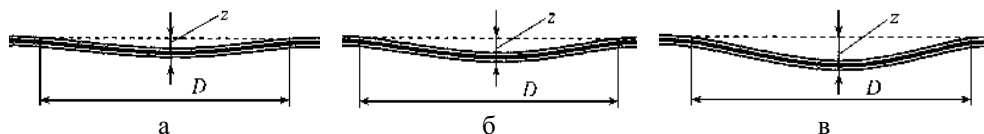


Рис. 9.18. Виды вмятин:

а – вмятина при $k < 0,025$; б – вмятина при $0,025 \leq k \leq 0,03$; в – вмятина при $k > 0,03$

Здесь k – вид вмятины, коэффициент ее глубины: $k = z/D$, где z – глубина вмятины (см. рис. 9.18).

Работу комплекса внешней бесконтактной магнитно-импульсной рихтовки кузовных панелей автомобилей можно проиллюстрировать схемой, представленной на рис. 9.19.

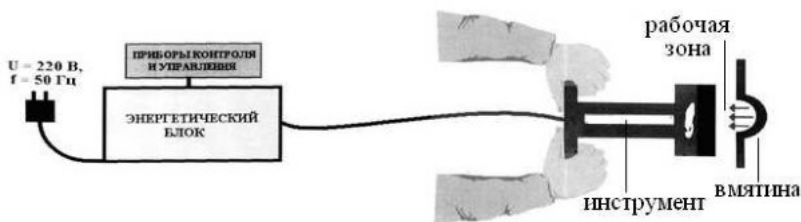


Рис. 9.19. Схема, иллюстрирующая работу комплекса в технологии внешней бесконтактной магнитно-импульсной рихтовки

Магнитно-импульсные методы притяжения заданных участков листовых металлов позволяют осуществлять ремонт и восстановление кузовных панелей автомобилей. Применение магнитно-импульсных методов рихтовки вмятин позволяют отслеживать интенсивность и уровень силового воздействия, определять необходимое количество импульсов, тем самым обеспечивать накопительный характер силового воздействия при выполнении соответствующей производственной операции.

Магнитно-импульсные методы ремонта позволяют как создавать необходимые деформации на панелях кузовных элементов автомобиля (например, создавать эксклюзивные объемно-выпуклые изображения), так и эффективно удалять на них вмятины.

Удаление вмятин с небольшой пластической деформацией происходит вследствие:

- многократной импульсной нагрузки металла, что способствует релаксации остаточных деформаций и снятие механических напряжений в металле;
- действия эффекта гиперпластичности (деформация металла без нарушения его структуры и свойств).

Существующее оборудование внешней магнитно-импульсной рихтовки позволяет ликвидировать вмятины на различных марках сталей кузовных панелей автомобилей с толщиной 0,6-1,2 мм, с радиальными геометрическими размерами удаляемых вмятин до 50 мм с глубиной вмятины до 1,5 мм.

Технологический маршрут внешней бесконтактной магнитно-импульсной рихтовки.

1. Сначала производится внешний осмотр поверхности элементов кузова автомобиля на предмет оценки повреждений, как объектов, подлежащих устранению (рис. 9.20). Геометрические размеры и характер выявленных вмятин определяет уровень и интенсивность необходимого силового воздействия.

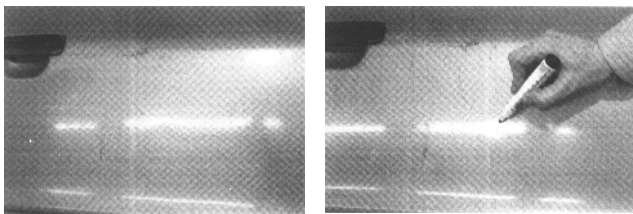


Рис. 9.20. Панель двери автомобиля Audi с небольшой вмятиной

2. Определяются границы вмятины и ее геометрия, что фиксируется лег-

ко стираемым маркером (рис. 9.21).

3. С внешней стороны кузовной панели автомобиля с вмятиной (непосредственно над ней) размещается специальная диэлектрическая накладка, назначение которой – жесткая фиксация рабочей зоны инструмента магнитно-импульсной рихтовки по отношению к внешним

(см. рис. 9.21).

4. Выбирается необходимый уровень энергии, который устанавливается оператором на пульте управления (рис. 9.22, а).

5. Выбирается необходимое количество разрядных импульсов силового воздействия (см. рис. 9.22, б).

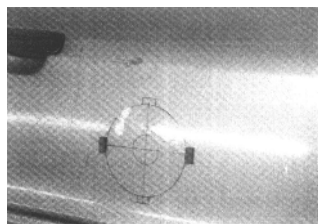
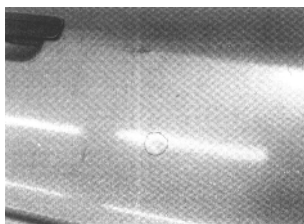
6. Оператор фиксирует инструмент внешней бесконтактной магнитно-импульсной рихтовки над областью вмятины на кузове автомобиля (см. рис. 9.22, в).

7. Оператор нажатием кнопки приводит систему в действие, производится внешняя бесконтактная магнитно-импульсная рихтовка элемента кузовной панели автомобиля (см. рис. 9.22, г).

8. Возбуждаемые силы притягивают металл кузовной панели автомобиля в области рабочей зоны инструмента до первоначального уровня ровной поверхности.

9. После проведения операции рихтовки инструмент и диэлектрическая накладка убираются, стираются нанесенные маркером обозначения (рис. 9.23).

10. При необходимости, проводится коррекция (доводка) кузовной панели.



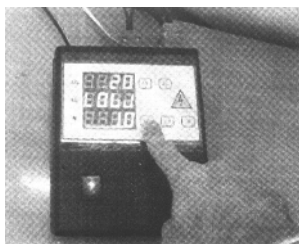
а

б

Рис. 9.21. Фиксация вмятины на панели двери автомобиля Audi:

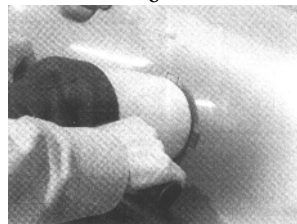
а – определение граничных размеров; б – размещение над вмятиной диэлектрической накладки

границам вмятины, подлежащей устранению



а

б



в

г

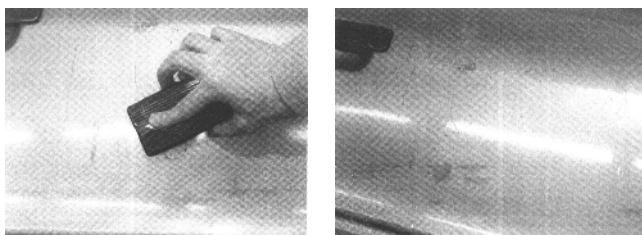
Рис. 9.22. Действия оператора:

а – пульт управления – выбор уровня энергии; б – выбор количества разрядных импульсов; в – фиксация инструмента над вмятиной; г – рихтовка вмятины

Если необходимо, технологические операции внешней бесконтактной магнитно-импульсной рихтовки осуществляют несколько раз до полного восстановления поврежденной поверхности. При устранении вмятин с большими геометрическими размерами применяется комплексный технологический подход.

Если устраняются несколько вмятин, для каждой из них технологический маршрут рихтовки осуществляется отдельно согласно выше представленному алгоритму.

Оборудование и инструмент. Для магнитно-импульсной рихтовки созданы источники мощности (рис. 9.24 [51]) применяются схемы электронного управления зарядно-разрядными процессами, позволяющими осуществлять непрерывное генерирование разрядных импульсов в индуктор-инструмент

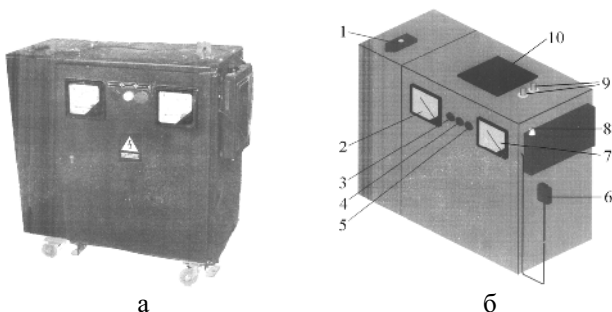


а

б

Рис. 9.23. Окончание процесса внешней магнитно-импульсной рихтовки:

а – удаление маркерных обозначений; б – элемент кузова автомобиля после рихтовки

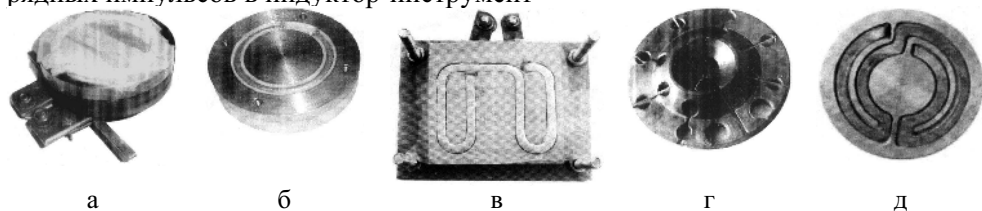


а

б

Рис. 9.24. Общий вид магнитно-импульсной установки МИУС-2 (а) и размещение органов управления (б):

1 – рукоятка регуляция времени заряда; 2 – стрелочный индикатор напряжения сети; 3 – кнопка включения; 4 – лампа индикации работы установки; 5 – кнопка запуска процесса заряда конденсаторов; 7 – стрелочный индикатор напряжения заряда конденсаторов; 8 – рукоятка регуляция напряжения заряда конденсаторов; 9 – силовые разъемы для присоединения нагрузки; 10 – рабочий стол



а

б

в

г

д

Рис. 9.25. Индукторные системы:

а – с массивным дополнительным экраном и цилиндрическим индуктором; б – с тонкостенным дополнительным экраном и цилиндрическим индуктором; в – с тонкостенным дополнительным экраном и индуктором прямоугольной формы; г – индуктор, рабочая область которого в сечении имеет форму усеченного конуса; д – с массивным дополнительным экраном и двухвитковым цилиндрическим индуктором

Инструменты индукторных систем представлены на рис. 9.25:

- одновитковые индукционные индукторные системы (работа с алюминием и его сплавами), рис. 9.25, а, б;
- одновитковые индукторные системы (работа с различными сталями), рис. 9.25, г;
- комбинированные системы (работа с любыми металлами), рис. 9.25, в, д.

9.7. Рихтовочные станды серии «Сивер», Эксперт-2000-1 и серии «Компакт»

К современным платформенным стандам для проверки кузовов семейства «Сивер» относятся стапели «Сивер С», «Сивер D». Их общие характеристики приведены в табл. 9.1. В основе концепции платформенных стапелей лежит стремление сократить непроизводственные потери времени на установку автомобиля и измерение геометрии, а также необходимость повысить правочные усилия при ремонте современных кузовов, отличающихся повышенной прочностью.

Таблица 9.1

Станды для правки кузовов серии «Сивер»

Серия	Описание
«Сивер С-105»	Стенд для правки кузовов: платформа С-16, 1 силовое устройство С05, 1 ручной насос, автоподъемник, оснастка
«Сивер С-205»	Стенд для правки кузовов: платформа С-16, 2 силовых устройства С05, 2 ручных насоса, автоподъемник, оснастка
«Сивер С-205/10»	Стенд для правки кузовов: платформа С-16, 2 силовых устройства С05 и С10, 2 пневмогидравлических насоса, автоподъемник, оснастка
«Сивер С-210»	Стенд для правки кузовов: платформа С-16, 2 силовых устройства С05 и С10, 2 пневмогидравлических насоса, автоподъемник, оснастка
«Сивер D-205/10»	Стенд для правки кузовов: платформа D-16, рельсовая система движения силовых устройств вокруг платформы, 1 силовое устройство 5 т, 1 силовое устройство 10 т, 2 пневмогидравлических насоса, автоподъемник, оснастка
«Сивер D-105»	Стенд для правки кузовов: платформа D-16, рельсовая система движения силовых устройств вокруг платформы, 1 силовое устройство 5 т, 1 пневмогидравлический насос, автоподъемник, оснастка
«Сивер D-205»	Стенд для правки кузовов: платформа D-16, рельсовая система движения силовых устройств вокруг платформы, 2 силовых устройства 5 т, 2 пневмогидравлических насоса, автоподъемник, оснастка
«Сивер D-210»	Стенд для правки кузовов: платформа D-16, рельсовая система движения силовых устройств вокруг платформы, 2 силовых устройства 10 т, 2 пневмогидравлических насоса, автоподъемник, оснастка

Серия	Описание
«Эксперт-2000» (СНВ-10)	«Эксперт-2000-1»: рама, 1 силовое устройство (3 шарнира), автоподъемник, спецоснастка 1. «Эксперт-2000-2»: рама, 2 силовых устройства (2 и 3 шарнира), автоподъемник, спецоснастка 2. К стенду: – захват узкий за отбортовку порогов; – захват широкий за отбортовку порогов; – устройство силовое 2-х шарнирное (без гидроцилиндра); – устройство силовое 3-х шарнирное (без гидроцилиндра).
«Компакт»	«Комплект СПК-01С»: рама, 1 силовое устройство, спецоснастка 1. «Комплект СПК-02С»: рама, 2 силовых устройства, спецоснастка 2. Комплекты спецоснастки.

Основным элементом стапеля «Сивер С» является прочная прямоугольная платформа размером 4,9×2,1 м. Платформа оснащена гидравлическим подъемным механизмом, с помощью которого она может наклоняться для облегчения установки автомобиля или его кузова. В качестве силовых устройств используются мобильные подкатные башни (колонны) с максимальным тяговым усилием 5 и 10 т. Усилие гидроцилиндра передается на тяговую цепь вне зависимости от направления вытяжки. Стенд комплектуется любым количеством башен. Для их крепления по периметру платформы предусмотрено 16 гнезд.

В последней модификации стапеля «Сивер D» тяговое устройство размещено с башен (колонн) непосредственно на платформу. Снабженные мощными каретками с роликами колонны перемещаются вокруг платформы по рельсовой направляющей. Для крепления колонны в рабочем положении используется рычажно-кулачковый стопорный механизм. Длина платформы составляет 5,1 м. Платформа стенда может наклоняться с помощью гидравлического механизма грузоподъемностью 3 т. Для закатывания обездвиженного кузова предусмотрены тележка и лебедка. Установка кузова на фиксирующие устройства выполняется с помощью пневмодомкрата. Предусмотренные в платформе продольные пазы позволяют установить стойки с зажимами практически в любом месте, что дает возможность надежно фиксировать любую марку и модель легковых автомобилей, внедорожников и «миниавтомобилей».

В составе стендов платформенного типа можно применять любые средства измерения геометрии кузова: приспособление Monocross на базе телескопической линейки с магнитными держателями, лазерное устройство Upperbody Laser для контроля симметричности верхней части кузова или трехмерную измерительную систему Elvis. Стенды «Сивер D» комплектуются набором зажимов, захватов, цепей и кранов.

Рихтовочный стенд «Сивер D-205/10» для правки кузовов включает платформу стапель С-16, силовые устройства С05 и С10, пневмогидравлические насосы, автоподъемник, спецоснастка (рис. 9.26). Стенд серии «Сивер С»

предназначен для восстановления аварийных кузовов транспортных средств весом до 3000 кг. Привод пневмогидравлический. Стенд имеет классическую американскую конструкцию с большой платформой и силовыми устройствами башенного типа. Просторная широкая платформа 4,9×2,1 м позволяет закреплять широкую гамму автомо-



Рис. 9.26. Рихтовочный стенд «Сивер С»

билей от малолитражек, до тяжелых внедорожников. Крепление кузова – за отбортовку порогов 4 зажимами. Дополнительно стапель может комплектоваться зажимами для фиксации автомобилей без отбортовки и рамных автомобилей. Рабочая высота платформы 67 см, она является идеальной для проведения кузовных работ и обеспечивает легкий доступ к нижней части автомобиля. Горизонтальная поверхность платформы позволяет производить измерения углов установки колес непосредственно на стенде. В производстве стапеля используется специальный металлопрокат и передовые технологии сварки, что обеспечивает надежность в самых тяжелых рабочих ситуациях. Оборудование имеет сертификат соответствия требованиям безопасности (РОСС RU.MT20.B 04941). Контроль геометрии кузова осуществляется любой универсальной системой измерения. Техническая характеристика стенда «Сивер С» представлена в табл. 9.2.

Таблица 9.2

Технические характеристики стенда «Сивер С»

Параметр	Значение
Сила вытяжки, т	10
Грузоподъемность, кг	3000
Длина платформы, м	4,9
Длина платформы с силовыми башнями, максимум, м	6,6
Ширина платформы, м	2,1
Ширина платформы с силовыми башнями, максимум, м	3,8
Ширина въездных трапов, см	55
Высота башни, м	2,5
Рабочая высота платформы, см	67
Давление воздуха, МПа	0,7
Вес стандартного комплекта, кг	1600

Платформа оснащена гидравлическим подъемным механизмом, с помощью которого она может наклоняться для облегчения установки автомобиля или его кузова. В качестве силовых устройств используются мобильные под-

катные башни (колонны) с максимальным тяговым усилием пять и десять тонн.

Башенные силовые устройства выгодно отличаются тем, что развиваемое гидроцилиндром усилие практически без потерь передается на тяговую цепь вне зависимости от направления вытяжки. К тому же в процессе вытяжки кузовного элемента вектор прикладываемой силы не изменяется, что повышает точность работы.

Модернизированной серией стендов для правки кузова С (стапель) является «Сивер D». Стапель нового поколения комплектуется полным набором зажимов, захватов, цепей и крюков. Установка кузова на фиксирующие устройства выполняется с помощью пневмодомкрата. Предусмотренные в платформе продольные пазы позволяют установить стойки с зажимами практически в любом месте, что дает возможность надежно фиксировать автомобиль любой марки и модели из числа легковых, внедорожников и минивэнов. Пазы также могут использоваться для установки различных вспомогательных устройств: блоков, фиксаторов, элементов джиговых систем. На стойках могут размещаться как стандартные зажимы для фиксации кузова за отбортовку порогов, так и специальные адаптеры для кузовов без отбортовки (Mercedes-Benz, BMW, Honda/Acura). Стойки также можно использовать для крепления различных кронштейнов для фиксации контрольных точек кузова, своего рода универсальных шаблонов. Это может существенно упростить ремонт кузовов, отличающихся повышенной упругостью деталей, например кузовов из алюминиевых сплавов.

Стенд рихтовочный серии «Эксперт-2000-1»

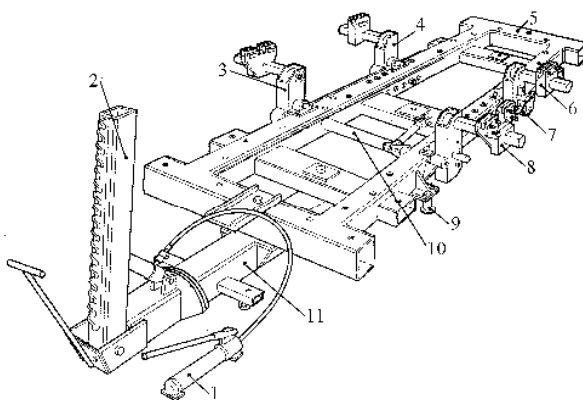


Рис. 9.27. Рихтовочный стенд «Эксперт-2000-1» с одним трехшарнирным силовым устройством:

1 – насос ручной гидравлический; 2 – стойка силового агрегата; 3 – стойка поворотная шарнирная; 4 – стойка поворотная съемная; 5 – рама; 6 – зажим узкий; 7 – колесо поворота; 8 – зажим широкий; 9 – стойка опорная; 10 – механизм подъема; 11 – силовое устройство в сборе

представлен на рис. 9.27, а его технические характеристики – в табл. 9.3.

Таблица 9.3

Технические характеристики стенда «Эксперт-2000-1»

Параметр	Значение
Тип стенда	универсальный, передвижной
Крепление кузова	за отбортовку порогов 4 зажимами
Грузоподъемность, кг	2000

Параметр	Значение
Габаритные размеры, мм – рамы – силового устройства	3800×1020 (1800 с учетом поворотных стоек) длина 1300, высота 1600
Необходимая площадь, м – при транспортировке – при проведении работ	4,1×1,1×0,5 минимум 7×4
Масса, кг	не более 800
Тип силового устройства	гидравлический силовой треугольник с приводом от ручного или пневмогидравлического насоса
Растягивающее усилие на штоке гидроцилиндра, кг	10000

9.8. Оптические, электронно-механические, электронно-оптические и ультразвуковые системы контроля параметров кузова

Стенд с оптической системой измерения. Вышеописанную механическую систему во время рихтовочных работ устанавливают на рамное основание, из-за чего зона доступа к кузову существенно ограничена. В связи с этим создано измерительное устройство, которое позволило исключить рамное основание. При механической системе измерения координаты той или иной контролируемой точки на базовой поверхности (длина и ширина) определяются с помощью отвеса, причем базовая поверхность (рамное основание стенда) должна быть параллельна основанию кузова. Однако базовую поверхность можно задать световыми лучами, которые должны исходить от двух перпендикулярных направляющих, смонтированных вне основания автомобиля. Направляющие можно представить себе так, будто от жесткой измерительной плиты остались лишь наружные края и на них установлены источники света 1 (рис. 9.28). Поскольку световые лучи идут строго в прямом направлении, после нивелирования положения направляющих, смонтированных перпендикулярно друг к другу, лучи будут проходить параллельно основанию автомобиля.

Координаты, соответствующие длине и ширине, можно определить по местоположению источников света на направляющих. Высота определяется с помощью измерительных флажков, подвешенных в точках кузова, подлежащих контролю. Градуированная шкала флажка 2 (см. рис. 9.28), на которую попадает световой луч, прозрачна. Используемый здесь лазерный луч, если контролируемая точка не смещена из-за деформирования кузова, визуально обнаруживается в центре измерительного флажка в виде небольшого красного пятна. Чтобы ограничиться единственным источником света, в пазы направляющих вставляют подвижные поворотные элементы (призмы), которые изменяют направление луча под основанием автомобиля на 90°. Взаимная параллельность световых лучей и основания обеспечивается регулировкой по высоте направляющих, на которых установлен источник света. Для того чтобы правильно установить по шкалам на направляющих длину и ширину, необхо-

димо определить среднюю линию кузова в продольном направлении, а также нулевую линию, перпендикулярную к направлению движения автомобиля, для чего достаточно иметь три неповрежденные контрольные точки кузова.

Особенности стенда с оптической системой измерения состоят в следующем:

- доступны любые подлежащие контролю точки кузова без демонтажа каких-либо узлов автомобиля;
- система измерения имеет незначительную массу;
- оптическую систему измерения можно использовать только в целях контроля геометрических параметров основания кузова.

Стенд с компьютерной измерительной системой. В организациях автосервиса все большее распространение получают стенды для проверки и правки кузовов, оборудованные компьютером и укомплектованные специальной измерительной системой (рис. 9.29). Они позволяют с точностью до 1 мм устанавливать положение точек кузова, подлежащих контролю, передают соответствующую информацию на экран монитора и наряду с данными, характеризующими отклонение параметров кузова от регламентированных значений, дают персоналу ремонтной мастерской рекомендации по направлению вытяжки при восстановлении исходной формы кузова.

Измерительная система включает перемещающуюся по всей длине кузова арку, которая оснащена подшипниковыми измерительными насадками, способными передвигаться по высоте и ширине. Такие стенды имеют базу данных по наиболее распространенным моделям кузовов для сравнения с измеряемыми значениями. Использование измерительной системы позволяет отображать на экране дисплея базовые точки кузова. При вытяжке кузова на экране видно, в каком направлении необходимо производить правку кузова. Преимуществом компьютерной системы является также возможность обеспечения постоянного контроля положения одновременно нескольких точек кузова.

Чаще всего компьютерные системы являются результатом усовершенствования ранее созданных базовых механических или оптических измерительных устройств.

Стенд с ультразвуковой системой измерения – это электронная система, в которой параметры кузова измеряются с помощью ультразвука

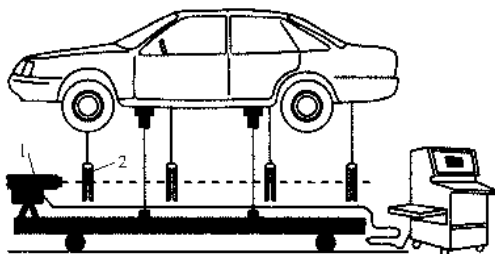


Рис. 9.28. Схема стенда с оптической системой измерения

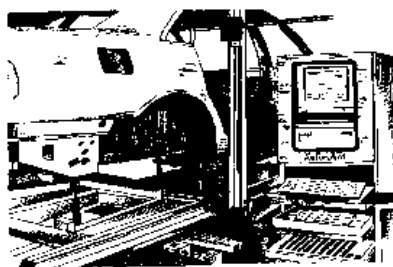


Рис. 9.29. Измерительная система контроля компьютерного стенда для правки кузовов

(рис. 9.30).

Под основание автомобиля помещают источник ультразвука. Ультразвуковые волны направляются к чувствительным элементам, расположенным в контролируемых точках кузова, и отражаются от них. Электронное устройство измеряет время, которое требуется, чтобы волны вернулись

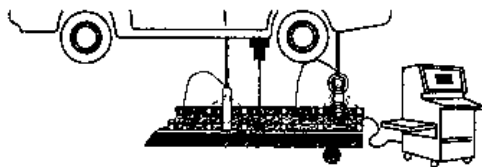


Рис. 9.30. Схема стенда с ультразвуковой системой измерения

к источнику ультразвука. По этому времени определяется расстояние, которое прошли ультразвуковые волны, что позволяет точно устанавливать положение любых контролируемых точек. Главное преимущество системы – возможность постоянного контроля положения сразу нескольких точек кузова. Это имеет особенно большое значение, если поврежденные части кузова в нескольких местах соединены с недеформированными деталями.

При отсутствии специальных стендов параллельность установки осей передних и задних колес можно определить следующим способом. Автомобиль устанавливают на ровной площадке. Передние колеса ставят в положение прямолинейного движения. Используя отвес в виде гайки с ниткой, отмечают на площадке линии CD и $C'D'$ по центру опоры колеса (рис. 9.31). Затем по центральной канавке шин чертят на площадке линии KK' спереди и сзади каждого колеса. Перемещают автомобиль вперед или назад. Соединив линии $СП$ и $С'В'$, а также KK' , получают центр пятна контакта шин с площадкой. Измерив расстояния по диагоналям и между центрами передних колес, определяют параллельность осей (на рисунке оси не параллельны).

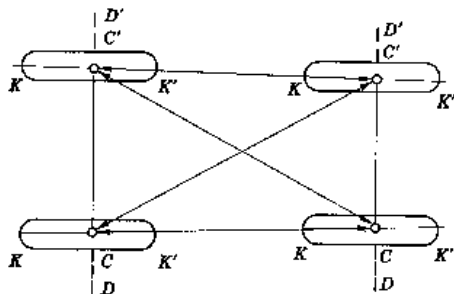


Рис. 9.31. Схема для определения параллельности установки осей передних и задних колес

Контрольно-измерительный инструмент предназначен для измерения линейных размеров и проемов кузова и применяется совместно со стендами для правки и контроля кузовов. Существует измерительный инструмент универсального и специального назначения.

К универсальному инструменту относят линейки, рулетки и штангенциркули. Механические измерительные линейки имеют цену деления 1 мм и выпускаются длиной 150, 300, 500 и 1000 мм. Рулетки позволяют производить замеры с точностью 1 мм. Штангенциркули предназначены для наружных и внутренних измерений деталей размерами до 125 мм с точностью 0,1 мм.

К специальному инструменту и оборудованию относят линейки для контроля геометрических параметров кузова, шаблоны и стенды для комплексной проверки кузова по всем параметрам. Специальные линейки состоят из штанги, подвижного и неподвижного наконечников. Линейки бывают без измери-

тельной шкалы и со шкалой (рис. 9.32).

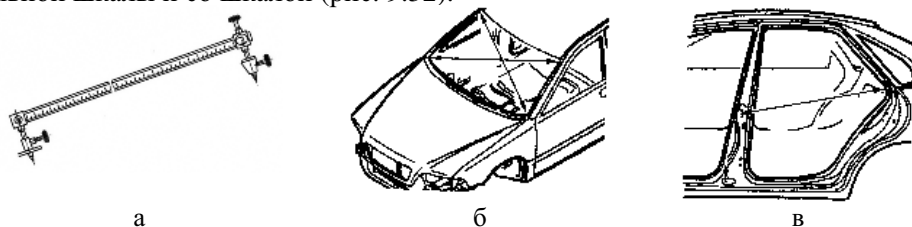


Рис. 9.32. Линейка (а) для контроля проемов ветрового стекла (б), положения средней и задней стоек (в)

Шаблоны имеют специальную конфигурацию, идентичную форме контролируемого параметра кузова. Применяют шаблоны для контроля дверных проемов, проемов ветрового и заднего стекол, моторного отсека и багажника.

На рис. 9.33, 9.34 показана ультразвуковая измерительная система Blackhawk Shark SH9.14B6F (Франция). Измерительная система предназначена для диагностики автомобиля на подъемнике и стапеле. Для измерения кузова автомобиля используются базовые и 3-4 неповрежденные точки, по которым определяют плоскость, параллельную его днищу. Координаты измерительных точек в трех плоскостях определяются следующим образом. К измеряемым точкам автомобиля крепятся ультразвуковые датчики. Излучаемый звук воспринимается микрофонами, находящимися на приемной балке. Одна точка на кузове, два источника ультразвука от датчика, шесть микрофонов на балке. Электронное устройство определяет время прохождения ультразвуковых волн от датчика до микрофона, что позволяет определить координаты положения контрольных точек на кузове относительно базовой плоскости. Большое преимущество системы – возможность постоянного контроля положения сразу нескольких точек кузова. Это имеет особенно важное значение, если поврежденные части кузова в нескольких местах соединены с недеформированными деталями.

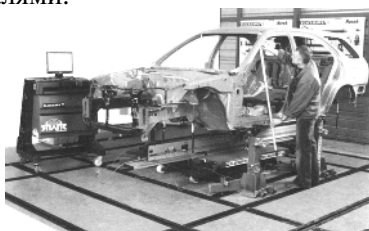


Рис. 9.33. Ультразвуковой контроль технического состояния кузова



Рис. 9.34. Ультразвуковая система контроля технического состояния с применением подъемника

Все точки, базовые и измеряемые, отображаются на экране компьютера в графическом и цифровом виде. Данные измерений сравниваются с данными производителя. Распечатанные данные о повреждениях, ремонте, техническая карта автомобиля служат документальным подтверждением текущего состояния кузова.

При диагностических измерениях вытягивания система опрашивает ба-

зовые и измеряемые точки примерно за 3 секунды и «выдает» их в трех плоскостях. На схеме автомобиля показывается, на сколько миллиметров и в какую сторону требуется тянуть данный участок, чтобы он оказался в пределах допустимых значений. Имеется возможность при сильном повреждении кузова добавлять свои точки в имеющуюся карточку. Сохранение данных и их распечатка возможны на любом этапе работы. Для страховых компаний распечатка служит документом, на основании которого СТО может выставить ей счет за проведенную работу.

Система Shark позволяет полностью промерять все контрольные точки кузова за 30-40 минут. Комплектация Shark SH9.14RUA: монитор 15", клавиатура, набор аксессуаров – 6 излучателей, компьютер, цветной струйный принтер, приемная балка, инструкция по эксплуатации, программное обеспечение и база данных.

С помощью системы Shark можно производить измерения с точностью до 0,1 мм на длине участка в 2 метра. Базовые и измеряемые точки отображаются на экране компьютера в графическом и цифровом виде. Для диагностики геометрии кузова стапель не требуется. Shark позволяет промерить кузов по контрольным точкам менее, чем за час. Кроме того, с помощью системы можно проводить отдельные работы, не свойственные кузовному ремонту, такие, как, комплексная диагностика до и после ремонта и регулировка углов установки колес.

На рис. 9.35 представлена электронно-механическая система измерения геометрии кузова.

Трехмерная измерительная система AVS310 Allvis шведской компании JNEAB включает в себя самоцентрирующийся магнитный фиксатор с полным комплектом адаптеров, программное обеспечение и базу данных размеров кузовов фирмы Car-O-liner (более 5000 моделей автомобилей от 70 производителей). Принцип работы заключается в измерении фактического расстояния между контрольными точками на днище автомобиля и сопоставление этих цифр с заводскими данными. Адаптеры снабжены магнитами, что позволяет производить измерения одному человеку. Линейка, участвующая в измерении, электронная. Расстояние между точками отображается цифрами на ее экране, то есть исключается человеческий фактор. Кроме того, место положения каждой точки уточняет соответствующая фотография на экране компьютера. Результаты измерений можно распечатать в виде легко читаемого отчета.

Система UB200 Upperbody Laser (Швеция) позволяет контролировать геометрию верхней части кузова. Основной принцип работы данной системы – сравнение левой и правой сторон автомобиля с помощью лазерных указок. Установив и откалибровав лазерную систему, получают два лазерных луча, кото-

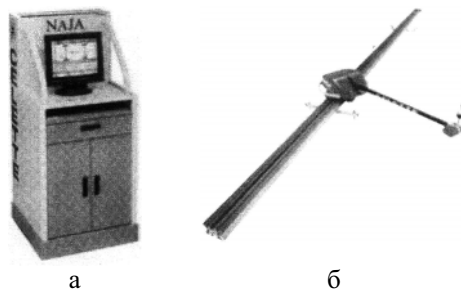


Рис. 9.35. Измерительный комплекс NAJA Evolution:

а – компьютерный блок; б – измерительный модуль объемного 3D-измерения

рые строго параллельны продольной оси автомобиля и находятся от нее на равных расстояниях. Это позволяет определить симметрию машины в неограниченном количестве точек. Пользуясь обычной линейкой, прислоняя ее к кузову и наводя на нее лазерную указку, можно измерять расстояние от кузова до образованной лазером плоскости и, соответственно, получать данные о степени деформации. Система устанавливается на неповрежденную часть кузова, например крышу, в салон под потолок или на пол, под днище, на края багажника.

Система Car-O-Tronic состоит из линейки с измерительной (подвижной частью), которая автоматически считывает положение всех контрольных точек на кузове. Никаких проводов между компьютерным блоком и измерительной системой нет. Раньше использовалась инфракрасная связь, затем ей на смену пришла радиопередача в высокочастотном диапазоне, близком к мобильному телефону. Систему можно использовать вне стенда. Немаловажно, что она может быть установлена на любой стенд любого производителя. Можно также проводить диагностику на двухстоечном подъемнике. Для автономного измерения используется так называемая диагностическая подставка. Она подкатывается под подъемник. Это нужно, например, для контрольного промера автомобиля по заявке страховой компании. Диагностика повреждений перед началом ремонта, а также для оценки стоимости ремонта, с распечаткой всех результатов, может быть выполнена на обычном двухстоечном подъемнике. Заявленное время обмера – около 15 мин.

Car-O-Tronic с программой Car-O-Soft 2000 использует фотографии контрольных точек. Фотографии позволяют определить положение точки на кузове автомобиля. С измерительной системой Car-O-Tronic можно определить положение любой контрольной точки и наблюдать на мониторе за ее движением во время вытяжки. Передача данных о перемещении «вытягиваемой» точки происходит три раза в секунду оператором не надо производить никаких сложных вычислений.

Car-O-Tronic помогает избежать возможных ошибок, имея простую, но очень эффективную опцию: когда оператор устанавливает на стенд автомобиль и вводит данные в компьютер, на экране появляется фотография указанной модели (модификации). Мастер может визуально сравнить: та ли машина действительно находится перед ним или нет. База данных пополняется каждые три месяца. Но если данные какой-то модели не успели попасть на обновленный диск, то их без проблем можно «скачать» с фирменного сайта в Интернете.

Фирма Autorobot, как и другие производители, оборудует свои стенды электронными измерительными устройствами. Они позволяют промерять весь кузов автомобиля, снизу доверху. Поворотные измерительные головки дают возможность доступа к самым труднодоступным точкам замера под любым углом. Не исключается возможность промера точек, находящихся в скрытых полостях или даже за препятствием. Результаты измерений выводятся на дисплей компьютера и стандартный принтер. Распечатка измерений дает возможность проследить историю ремонта и устранить возможные споры между автосервисом и клиентом.

Система Genesis от Chief – бесконтактная, использует две лазерные головки, вращающиеся со скоростью 750 мин^{-1} . Принцип состоит в том, что на кузове закрепляются специальные пластины – мишени с нанесенными штрих-кодами. Отражаясь от них, луч возвращается к лазерной головке, являющейся одновременно приемником, а компьютер просчитывает точные координаты контролируемых точек кузова. Система не требует калибровки и позволяет производить измерения во время правки кузова. База данных содержит в себе три отдельные библиотеки сведений о геометрии кузовов автомобилей Америки, Европы и Азии. Кроме того, база данных дополнена еще фотобанком контрольных точек кузовов.

В технологию Paintless Dent Repair (PDR) ремонта повреждений кузова автомобиля (не имеющих дефектов лакокрасочного покрытия) заложен принцип восстановления геометрии кузова за счет воздействия с внутренней стороны деталей. Плавными технологическими нажатиями инструмента делается «массаж» поврежденному участку (рис. 9.36). Это технология ремонта повреждений кузова автомобиля, не имеющих дефектов лакокрасочного покрытия. Основой технологии ремонта вмятин без окраски является восстановление геометрии кузова за счет воздействия с внутренней и внешней стороны детали с помощью специальных приспособлений – рычагов различной длины и формы.



Рис. 9.36. Схема устранения вмятин

Основы технологии заключаются в том, что металл имеет свою молекулярную память, которая и позволяет устранить вмятины на кузове без покраски, если соблюдены следующие условия: при повреждении отсутствует подтянутость металла и нет повреждения лакокрасочного покрытия. Такая вмятина будет отремонтирована за считанные минуты, применяя технологию и инструмент для ремонта вмятин без покраски.

Производя технологическое давление на место повреждения определенным инструментом (который выбирается из комплекта индивидуально для каждой вмятины) с внутренней стороны мастер тем самым помогает металлу приобрести первоначальное положение, которое было до повреждения.

Кроме рассмотренных выше традиционных технологий ремонта деформированных поверхностей в настоящее время применяются более прогрессивные методы, такие как беспокрасочное удаление вмятин, удаление вмятин способом магнитной локации, применение сварочных аппаратов для точечной сварки и различных приспособлений для устранения повреждений кузовов.

9.9. Контроль технического состояния стеклоочистителей и стеклоомывателей

В этом подразделе использованы рекомендации по проверке технического состояния автотранспортных средств при государственном техническом осмотре.

Перечень проверок технического состояния стеклоочистителей. Не-

обходимо проверить:

1. Наличие соответствующей комплектности элементов стеклоочистителя. Щетки стеклоочистителя и поводки не должны быть некомплектными, а также иметь не предусмотренных производителем элементов.

2. Отсутствие механических или усталостных повреждений элементов стеклоочистителя. Щетки стеклоочистителя и поводки не должны иметь механических или усталостных повреждений. Резинотехнические изделия, входящие в состав стеклоочистителей не должны при органолептической проверке терять эластичность.

3. Отсутствие несоответствующей фиксации элементов стеклоочистителей. Щетки стеклоочистителя и поводки должны быть соответствующим образом зафиксированы.

4. Отсутствие несоответствующей минимальной частоты перемещения щеток по мокрому стеклу. Минимальная частота перемещения щеток стеклоочистителя по мокрому стеклу в режиме максимальной скорости стеклоочистителей должна быть не менее 35 двойных ходов в минуту. Проверка работоспособности осуществляется визуально. Для выполнения проверки требуется использование секундомера с отсчетом от 1 до 60 секунд и ценой деления не более 1 с. После запуска двигателя автотранспортного средства следует установить обороты холостого хода и включить фары дальнего света. Затем следует производить необходимую проверку.

5. Отсутствие несоответствующего угла размаха щеток. Двигатель автотранспортного средства должен работать на оборотах холостого хода и не должны быть включены фары дальнего света. При этих условиях следует производить данную проверку. Угол размаха щеток должен соответствовать требованиям производителя.

6. Стеклоочистители на наличие соответствия следующим требованиям к очистке ветрового стекла. Щетки должны очищать зону в пределах угла размаха не более чем за 5 двойных ходов. Общая ширина невытертых полос по краям зоны очистки не должна превышать 10%, а внутри зоны очистки не допускается неочищенных участков ветрового стекла. Двигатель автотранспортного средства должен работать на оборотах холостого хода и должны быть включены фары дальнего света. При этих условиях следует производить данную проверку. Для выполнения данной проверки следует включить в постоянный режим стеклоомыватели ветрового стекла, а также включить стеклоочистители ветрового стекла в режиме максимальной скорости.

7. Наличие работоспособности всех предусмотренных производителем режимов работы стеклоочистителя. Двигатель автотранспортного средства должен работать на оборотах холостого хода и должны быть включены фары дальнего света. При этих условиях следует производить данную проверку. Должны быть работоспособны все предусмотренные производителем режимы стеклоочистителя.

8. Наличие возвращения при выключении стеклоочистителя щеток в исходное положение. Двигатель автотранспортного средства должен работать на оборотах холостого хода и должны быть включены фары дальнего света. При этих условиях следует производить данную проверку. При выключении стек-

лоочистителя щетки должны возвращаться в исходное положение, которое находится у края ветрового стекла.

9. Отсутствие задевания за детали кузова при работе стеклоочистителей. Двигатель автотранспортного средства должен работать на оборотах холостого хода и должны быть включены фары дальнего света. При этих условиях следует производить данную проверку. При работе стеклоочистителя щетки не должны задевать за детали кузова.

10. Отсутствие несоответствующих шумов при работе стеклоочистителей.

11. При наличии устройства для автоматического включения стеклоочистителей его работоспособность. Двигатель автотранспортного средства должен работать на оборотах холостого хода и должны быть включены фары дальнего света. При этих условиях следует производить данную проверку. При наличии устройства для автоматического включения стеклоочистителей при наличии капель на ветровом стекле, это устройство должны быть работоспособно.

Перечень проверок технического состояния стеклоомывателей. Необходимо проверить:

1. Наличие соответствующей комплектности элементов стеклоомывателей. Стеклоомыватели не должны быть некомплектными, а также иметь не предусмотренных производителем элементов.

2. Отсутствие установки элементов стеклоомывателей в непредусмотренных для них производителем местах.

3. Отсутствие механических или усталостных повреждений элементов стеклоомывателей. Элементы стеклоомывателя не должны иметь механических или усталостных повреждений.

4. Отсутствие несоответствующей фиксации элементов стеклоомывателей.

5. Наличие работоспособности стеклоомывателей ветрового стекла. Стеклоомыватели должны обеспечить бесперебойную подачу оmyвающей жидкости в зоны очистки стекла. Двигатель автотранспортного средства должен работать на оборотах холостого хода и должны быть включены фары дальнего света. При этих условиях следует производить данную проверку.

6. Отсутствие засорения жиклеров стеклоомывателей.

7. Отсутствие неправильной регулировки жиклеров стеклоомывателей.

8. Отсутствие несоответствующей требованиям производителя производительности подачи оmyвающей жидкости из жиклеров стеклоомывателей.

9. Отсутствие негерметичности шлангов, насоса и бачка стеклоомывателей при работе стеклоомывателей.

10. Отсутствие несоответствующих шумов при работе стеклоомывателей.

Перечень проверок технического состояния устройств обогрева и обдува стекол. Необходимо проверить:

1. Отсутствие несоответствующей фиксации элементов устройств обогрева и обдува стекол.

2. Наличие работоспособности всех предусмотренных производителем

режимов работы устройств обогрева и обдува стекол автотранспортного средства. Двигатель автотранспортного средства должен работать на оборотах холостого хода и должны быть включены фары дальнего света. При этих условиях следует производить данную проверку. Должны быть работоспособны все предусмотренные производителем режимы работы устройств обогрева и обдува стекол автотранспортного средства. В данном случае проверяется работоспособность электродвигателя вентилятора отопителя.

3. Наличие соответствующего функционирования системы управления направлением воздушного потока от устройств обогрева и обдува на стекла. Воздух, нагнетаемый электродвигателем вентилятора отопителя, должен направляться системой управления по различным направлениям: на ветровое стекло, на стекла передних дверей и по другим предусмотренным конструкцией автотранспортного средства направлениям. В данном случае проверяется также работоспособность органов управления отопителем.

4. Наличие соответствующего функционирования системы изменения температуры нагнетаемого воздуха.

5. Отсутствие несоответствующих шумов при работе устройств обогрева и обдува стекол.

Контрольные вопросы

1. Какие элементы и узлы проверяются при осмотре кабины и платформы грузовых автомобилей?

2. Какие виды неисправностей кузова автомобиля можно обнаружить при визуальном осмотре?

3. Какие неисправности в сопряжениях элементов кузова легкового автомобиля контролируют с помощью штангенциркуля?

4. Какие традиционные системы и инструменты используются при контроле геометрии кузова легкового автомобиля?

5. Какие традиционные стенды применяют при правке кузова легкового автомобиля?

6. Какое традиционное оборудование и инструмент используется для рихтовки элементов кузова?

7. Расскажите о возможностях вакуумной рихтовки и о применении споттера.

8. Какие возможности применения современных магнитно-импульсных технологий восстановления кузова?

9. Приведите схему, иллюстрирующую работу комплекса при технологии бесконтактной магнитно-импульсной рихтовки.

10. Какое оборудование и инструменты созданы для магнитно-импульсной рихтовки?

11. Опишите возможности рихтовочных стендов серии «Сивер».

12. Опишите оптические, электронно-механические, электронно-оптические и ультразвуковые системы контроля параметров кузова.

13. Какие инструменты используются для контроля проемов кузова?

14. Расскажите об измерительном комплексе NAJA Evolution контроля геометрии кузова.

15. Какие возможности шведских измерительных систем AVS310 Allvis, UB200 Upperbody Laser.

16. Перечислите перечень проверок технического состояния стеклоочистителей.

10. СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ГИДРОПРИВОДОВ

10.1. Объекты диагностирования систем с гидравлическим приводом

Гидравлика – это способ передачи усилия. Один из принципов гидравлики заключается в том, что жидкость легко может двигаться даже по самым извилистым каналам, и она при рабочих температурах автомобиля практически не сжимается. Другой принцип основывается на том факте, что когда жидкость передает давление, она передает его одинаково во все стороны.

Величина давления в системе определяется тремя факторами:

- способностью системы выдерживать давление;
- размером или площадью подающего поршня;
- силой давления на поршень.

Давление в гидросистеме преобразуется в силу, которая производит определенную работу и передвигает предметы.

Современные транспортные машины насыщены большим числом агрегатов и узлов с гидравлическим приводом. Они выполняют самые различные функции по перемещению отдельных частей механизмов, управления в гидравлических системах, управления переключением передач, гидроприводы от педалей, гидроусилители рулевого управления, силовые цилиндры перемещения кузовов самосвалов, устройства автоматического управления заданного давления в силовых цилиндрах, системах управления поворотом, торможением, регулированием частоты вращения вентилятора в системе охлаждения двигателя, гидропередачи, гидрообъемный привод машин с электронным управлением, насосы и регуляторы давления, гидроаккумуляторы и т. д.

Пример гидропривода тягача фирмы MAN переднего моста автомобиля приведен на рис. 10.1, а системы гидравлических приводов тормозного управления автомобилей – на рис. 10.2.

Гидравлический привод тормозной системы используется для того, чтобы приводить тормозные механизмы в действие. Его основные функции: передавать усилие от ноги водителя, давящего на педаль, к тормозным колодкам и увеличивать эту силу действием различных механизмов колеса. Конечно, эти функции может выполнять и механический привод тормозной системы, однако главное преимущество гидропривода заключается в том, что с его помощью оба тормоза на одной оси работают с одинаковой силой. Благодаря этому, автомобиль, оснащенный гидроприводом, тормозит ровно, без заноса в сторону.

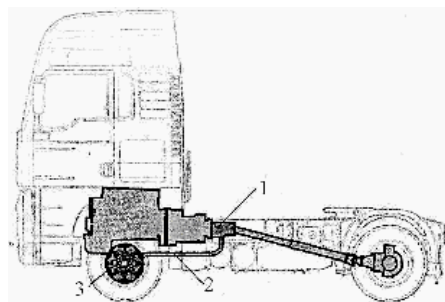


Рис. 10.1. Схема привода системы MAN Hydrodrive:

1 – насос; 2 – трубопровод; 3 - гидромотор

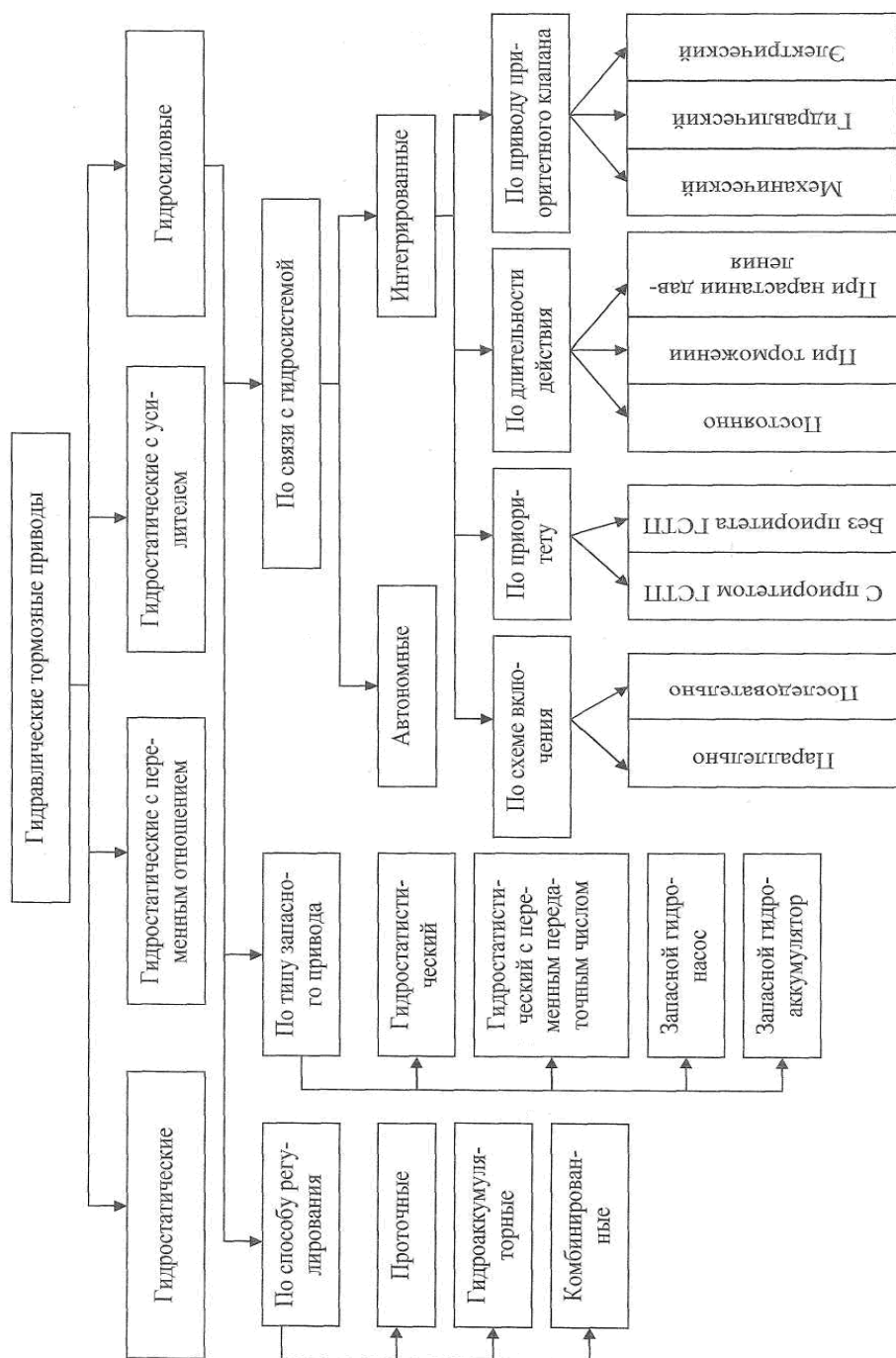


Рис. 10.2. Классификация схем тормозного управления с гидравлическим приводом

В настоящее время на автомобилях широкое применение находят гидравлические передачи, которые устанавливают в трансмиссии автомобиля (см. раздел 4).

Гидрообъемные передачи, применяемые на автомобилях, включают роторные гидронасосы плунжерного типа, колесные гидродвигатели, магистрали высокого и низкого давления, редукционные клапаны, охладитель, дренажную и подпитывающую системы (резервуар, фильтр, охладитель, насос, редукционный и предохранительный клапаны).

Гидравлические передачи облегчают управление автомобилем, повышают безопасность движения и проходимость автомобиля. Кроме того, они увеличивают долговечность двигателя. Однако гидравлические передачи несколько ухудшают тягово-скоростные свойства автомобиля и снижают топливную экономичность.

На автомобилях используют два типа гидравлических передач: гидромуфты и гидротрансформаторы. Гидромуфты как самостоятельные механизмы применяют ограниченно. Наибольшее распространение получили гидротрансформаторы, которые при определенных условиях переходят на режим работы гидромуфты.

В гидромуфтах и гидротрансформаторах крутящий момент передается от двигателя к трансмиссии с помощью жидкости (масла малой вязкости) под действием гидродинамического (скоростного) напора.

10.2. Диагностические параметры гидравлических систем и гидроприводов

Органами чувств человека можно обнаружить повышенную температуру, нарушение герметичности, механические повреждения и забоины элементов гидросистемы и гидропривода, вздутие и потертости шлангов, нарушение креплений, увеличение шумов и вибрации и др.

Техническое состояние отдельных механизмов гидросистем автомобиля характеризуется структурными функциональными параметрами, например, двигателя, рулевого управления, подвески и гидропривода коробки передач. К названным гидравлическим системам автомобиля предъявляются высокие требования к внешней и внутренней герметичности. Гидравлические механизмы этих технических систем имеют автоматическое управление с применением датчиков давления и микропроцессоров.

Техническое состояние гидравлических систем и гидроприводов транспортных машин определяется по диагностическим параметрам, приведенным в табл. 10.1 и 10.2.

Таблица 10.1

Структурные диагностические параметры гидравлических систем

Структурный параметр	Диагностический параметр
Гидропривод навесного механизма и рулевого управления	
Коэффициент подачи нагнетательной магистрали	Подача гидронасоса. Скорость нарастания давления

Структурный параметр	Диагностический параметр
Гидропривод навесного механизма и рулевого управления (продолжение)	
Давление срабатывания автомата золотника	Амплитудное значение давления
Давление открытия предохранительного клапана	Установившееся давление при удержании золотника в рабочем положении
Суммарные утечки в объеме, ограниченном золотником распределителя (или гидрозамком) и рабочей полостью гидроцилиндра	Скорость падения давления. Усадка штока гидроцилиндра под нагрузкой
Гидропривод коробки передач	
Давление настройки перепускного клапана	Начальное (установившееся) давление на всех передачах
Отсутствие заедания золотника перепускного клапана	Нестабильность установившегося давления и полного времени переходного процесса при переключении одной передачи
Отсутствие заедания поршня гидроаккумулятора и перебросных клапанов	Минимальное (амплитудное) давление
Коэффициент подачи нагнетательных магистралей	Полное время переходного процесса на каждой передаче
Коэффициент подачи насоса	Падение давления на выходе насоса
Утечки в распределителе	Полное время переходного процесса на отдельных передачах
Утечки в гидropоджимных муфтах	Время нарастания давления на каждой передаче
Износ и коробление дисков гидropоджимных муфт (рабочий ход поршня)	Полное время переходного процесса на всех передачах

Таблица 10.2

Диагностические параметры гидроприводов

Диагностируемый объект	Параметр диагностирования	Оцениваемый структурный параметр	Режим диагностирования	Измеряемые составляющие параметра диагностирования
Гидропривод	Продолжительность рабочего цикла, с	Общее техническое состояние	Постоянные: частота вращения вала насоса, температура рабочей жидкости и режим нагружения	Время
Гидропривод, насос, гидрораспределитель, гидроцилиндр, гидромотор	Объемный КПД (утечки рабочей жидкости)	Зазоры (степень износа) в трущихся сопряжениях	Постоянные: температура и давление нагружения	Частота вращения вала, расход рабочей жидкости, скорость перемещения штока, частота вращения вала гидромотора

Диагностируемый объект	Параметр диагностирования	Оцениваемый структурный параметр	Режим диагностирования	Измеряемые составляющие параметра диагностирования
Насос гидромотора, рабочая жидкость	Амплитуда пульсаций давления, МПа	Наличие в рабочей жидкости нерастворенного воздуха*, осевой зазор в сопряжениях шатунной группы насоса (гидромотора)	Постоянные: частота вращения вала насоса, температура рабочей жидкости, давление нагружения	Амплитуда пульсаций давления
Насос гидроцилиндр, гидромотор, клапаны, рабочая жидкость	Параметры виброударной характеристики, см ³ /с; уровень шума, дБ	Зазоры (степень износа) в трущихся сопряжениях; наличие в рабочей жидкости нерастворенного воздуха*	Постоянные: частота вращения вала насоса, температура рабочей жидкости, давление нагружения	Параметры виброударной характеристики; уровень шума
Гидропривод, насос	Максимальное давление, МПа	Общее техническое состояние	Постоянные: частота вращения вала насоса и температура рабочей жидкости	Давление
Гидропривод	Установившаяся температура рабочей жидкости, град	То же	Соответствует рабочему режиму гидропривода	Температура
То же	Скорость нагрева рабочей жидкости, град/с	То же	То же	Температура, время
Гидропривод, насос, гидрораспределитель, гидроцилиндр, гидромотор	Эффективная (гидравлическая) мощность, МПа, см ³ /с	Общее техническое состояние	Постоянные: частота вращения вала насоса, температура рабочей жидкости	Расход рабочей жидкости, давление
Гидропривод, насос, гидрораспределитель, гидроцилиндр, гидромотор, клапаны, рабочая жидкость	Концентрация продуктов износа и абразива в рабочей жидкости, г/см ³	Степень износа трущихся поверхностей, состояние рабочей жидкости	-	-

Диагностируемый объект	Параметр диагностирования	Оцениваемый структурный параметр	Режим диагностирования	Измеряемые составляющие параметра диагностирования
Гидропривод, насос, гидрораспределитель	Скорость нарастания или снижения давления МПа/с	Общее техническое состояние**	Постоянные: начальная частота вращения вала насоса, температура рабочей жидкости	Давление, время
Насос	Уровень разрежения во всасывающей гидролинии, кПа	Зазоры в трущихся сопряжениях насоса; наличие источника подсоса воздуха во всасывающей гидролинии	Постоянные: частота вращения вала насоса, температура рабочей жидкости и режим нагружения	Давление
Гидропривод, насос	Характер изменения частоты вращения вала (отношение частот вращения вала), с ⁻¹	Общее техническое состояние	Изменением частоты вращения вала задаются последовательно два значения давления рабочей жидкости перед нагружателем постоянного сопротивления; постоянная температура рабочей жидкости	Частота вращения вала
Гидрораспределитель, гидроцилиндр, гидроаккумулятор	Усилие сопротивления перемещению исполнительного или управляющего звена, Н	Деформация золотника, штока, корпуса	-	Усилие
Гидрораспределитель, гидроцилиндр, гидромотор	Перепад давления, МПа	Износ трущихся поверхностей	На холостом ходу (без нагрузки) при постоянной температуре рабочей жидкости	Давление
Гидроцилиндр***	Скорость (время) перемещения штока на задаваемую длину, см/с	То же	Постоянные: температура рабочей жидкости, давление нагружения	Длина (путь) перемещения, время
То же	Усадка штока за задаваемый интервал времени, см	-	То же	То же

Диагностируемый объект	Параметр диагностирования	Оцениваемый структурный параметр	Режим диагностирования	Измеряемые составляющие параметра диагностирования
Гидромотор***	Частота вращения вала, с ⁻¹	Степень износа трущихся поверхностей	Постоянные: температура рабочей жидкости и усилие нагружения	Частота вращения
Клапаны (предохранительный, перепускной)	Давление срабатывания, МПа	Порог настройки	-	Давление
Гидропривод, клапаны	Тормозной путь исполнительного органа, см	Общее техническое состояние; порог настройки клапана	Постоянные: вылет навесного оборудования, частота вращения вала насоса, усилие нагружения, температура рабочей жидкости	Тормозной путь

* Рабочую жидкость оценивают по наличию в ней нерастворенного воздуха.

** Техническое состояние гидрораспределителя оценивают при переключении положения золотника.

*** Техническое состояние гидроцилиндра и гидромотора оценивают с учетом поступающей в них рабочей жидкости.

Диагностическими параметрами для нерегулированных насосов и гидромоторов являются объемный, механический и полный КПД, пульсация подачи, герметичность всасывающей и напорной гидролиний; для регулируемых насосов, и гидромоторов – характеристика регулирования, которое определяет зависимость подачи рабочей жидкости от давления (нагрузки) на выходе; для гидроцилиндров – механический и объемный КПД (внешние истечения и внутренние перетекания рабочей жидкости); для секционных и моноблочных гидрораспределителей – истечение рабочей жидкости через зазоры золотников, давление настройки (срабатывания) первичных и вторичных предупредительных клапанов, внешняя герметичность и течение в обратных клапанах; для блоков гидравлического сервоуправления – плавность и диапазон регулирования давления управления; для гидрозамков и тормозных клапанов – давление управления запорным элементом и внутренние перетекания рабочей жидкости при обратном потоке; для линейных фильтров – перепад давления на фильтроэлементы и давление срабатывания предупредительного клапана и т. п.

Выбор совокупности диагностических параметров из большого количества для контроля технического состояния гидравлических приводов является одной из основных задач при решении вопросов практического диагностирования гидравлического привода машин в условиях эксплуатации.

Когда выбираются и обосновываются диагностические параметры, к ним всегда относят требования однозначности, стабильности, широты поля изменения, доступности и удобства измерения, информативности, технологичности, максимального экономического эффекта от диагностирования и др.

При этом учитываются основные причины и частота отказов элементов гидропривода, признаки их проявления. В особенности надо уделять внимание тем диагностическим параметрам, которые характеризуют наиболее частые отказы. Выбранный диагностический параметр должен нести наибольшую информацию о техническом состоянии диагностируемого узла.

Использование всей номенклатуры диагностических параметров, приведенных в табл. 10.2 обеспечивает полную и объективную оценку технического состояния гидропривода и его элементов.

На практике, как правило, используется не весь набор параметров. Выбор их для диагностирования гидравлических приводов машин и их элементов в конкретных условиях эксплуатации ограничивается степенью разработки методов и способов диагностирования, уровнем контролепригодности гидроприводов машин, квалификацией обслуживающего персонала, зависит от целей и заданий диагностирования и т. п. Но в любом случае совокупность параметров должна быть минимальной и достаточной для объективной оценки технического состояния диагностируемого гидрооборудования и гидропривода в целом.

Все отказы гидропривода классифицируются на контролируемые и неконтролируемые. Контролируемые отказы выявляются обслуживающим технику персоналом в процессе ее эксплуатации при периодическом проведении специальных проверок агрегатов в составе изделия. Неконтролируемые отказы не могут быть выявлены без снятия агрегата с изделия и его частичной разборки.

Постепенные отказы подразделяются на прогнозируемые и непрогнозируемые. Прогнозируемые отказы – это постепенные отказы, для которых возможно с помощью какой-либо системы проверок элементов гидропривода в эксплуатации или при испытаниях прогнозирование приближения конкретного элемента или агрегата к моменту отказа. Для непрогнозируемых отказов установить экспериментально приближение момента отказа невозможно. Однако, для отказов обеих видов можно на основе аналитических расчетов с определенной вероятностью прогнозировать момент возникновения постепенного отказа. Примером прогнозируемых отказов может служить ресурс насосов, герметичность уплотнений и др. Для систематизации отказов и их причин, с целью разработки обоснованных мероприятий по обеспечению требуемой надежности изделий, существует ряд методов, в том числе, например: для качественного анализа отказов – «древо отказов» (схема Исикава); для количественного анализа отказов – диаграммы Парето и различные табличные формы.

Для гидропривода в целом в качестве критериев предельного его состояния по износу наиболее часто используют внутреннюю герметичность агрегатов, которую косвенно оценивают такими комплексными показателями, как время выполнения рабочих операций, максимально развиваемое усилие или

момент на выходном валу и др., то есть показателями, оценивающими работу участка гидропитания и выходной функциональный параметр.

В качестве критерия предельного состояния насосов и гидромоторов используют обычно коэффициент подачи или полный КПД, так как они косвенно, но наиболее объективно, позволяют без разборки оценить снижение гидравлического сопротивления (плотности) уплотнений, как правило, бесконтактных, рабочих камер гидромашин в процессе их изнашивания. Значения критерия предельного состояния гидромашин устанавливаются обычно отраслевой нормативно-технической документацией. Так, например, предельное состояние насосов и гидромоторов станочного гидропривода и гидропривода дорожно-строительных машин, согласно стандартам, наступает, когда их коэффициент подачи или полный КПД снижается на 15%. Для насосов гидросистем управления навесным оборудованием сельскохозяйственных тракторов допустимое снижение коэффициента подачи составляет по нормативу 30%. Необходимо отметить, что наработка до предельного состояния, оцениваемого нормативным критерием предельного состояния, является нормативным ресурсом изделия, который гарантируется при номинальных значениях давления, частоты вращения, температуры, тонкости фильтрации рабочей жидкости и ее марки в гидроприводе. Критерием предельного состояния распределительной аппаратуры принимается, как правило, снижение внутренней герметичности, то есть увеличение внутренних утечек в 1,5 раза, относительно их начального значения, при прочих равных условиях.

Утечки через гарантированно малые зазоры золотниковых пар распределителей (бесконтактные уплотнения) существенно зависят от величины зазоров (5-20 мкм), давления, вязкости и марки рабочей жидкости, температуры и гидросхемы распределителя. Начальные утечки распределителей типа Г (ГГ), В и Р, например, составляют 0,003-0,005% от номинального расхода.

Для распределителей типа В и Р при давлении 20 МПа и вязкости рабочей жидкости 37 мм²/с, максимальные утечки q (см³/мин.) можно связать с диаметром условного прохода D_y , мм, следующим уравнением регрессии

$$q = 10D_y.$$

Если внутренняя герметичность гидромашин и контрольно-распределительной аппаратуры обеспечивается бесконтактными уплотнениями, то их наружная (внешняя) герметичность обеспечивается различного вида контактными уплотнениями из эластомерных материалов. Общими критериями герметичности контактных уплотнений являются классы их негерметичности, представленные Л. А. Кондаковым (табл. 10.3, 10.4).

Начальная норма герметичности является мерой качества и должна соответствовать минимальным утечкам, обеспечивающим нормальное функционирование уплотнения, а предельная норма является мерой износостойкости уплотнения и должна отражать утечки, соответствующие предельному состоянию уплотнения, при достижении которого уплотнение подлежит замене (табл. 10.3).

Величина утечек оценивается в миллилитрах (см³), граммах или в каплях.

На практике используют следующие соотношения этих показателей герметичности:

1 капля = 0,02 грамма = 0,022 мл (см^3);

1 мл (см^3) · 45 капель = 0,9 грамм.

Герметичность и износ контактных уплотнений зависит от многочисленных случайных факторов – режима работы, свойств рабочей жидкости, ее загрязненности и др. Поэтому герметичность конкретных уплотнений в определенных условиях оценивается по статистическим данным. В этой связи нормы герметичности и критерии предельного состояния, в зависимости от режима работы и методов испытания уплотнений, могут иметь различные значения.

Таблица 10.3

Нормы герметичности

Класс негерметичности	Характерные типы уплотнений	Удельные утечки	Критерий качественной (визуальной) оценки
0-0	Металлические сильфоны, мембраны	До 10^{-5}	Абсолютная герметичность
0-1	полимерные	$1 \cdot 10^{-5}$ – $1 \cdot 10^{-4}$	
1-2	Уплотнения неподвижных соединений эластомерные	$5 \cdot 10^{-4}$ – $2,5 \cdot 10^{-3}$	Отпотевание
2-1	Уплотнения неподвижные в тяжелых режимах, уплотнения подвижных штоков, уплотнения валов манжетные	$2,5 \cdot 10^{-4}$ – $1 \cdot 10^{-3}$	Замасливание
2-2		$1 \cdot 10^{-2}$ – $5 \cdot 10^{-2}$	Подтекание без каплеобразования
3-1	Уплотнения подвижные штоков в тяжелых режимах, уплотнения валов манжетные, уплотнения торцевые	$5 \cdot 10^{-2}$ – $25 \cdot 10^{-3}$	Подтекание с каплеобразованием
3-2	Уплотнения валов манжетные, торцевые	0,25–1,00	Капельные утечки
4-1	Уплотнения валов торцевые, уплотнения подвижные скольжения набивочные, уплотнения валов набивочные	1–5	Капельные утечки
4-2	Уплотнения валов, уплотнения подвижные скольжения	4–25	Частые капли
5	Бесконтактные	25–100	Непрерывные утечки
6	Бесконтактные	Свыше $1 \cdot 10^2$	Непрерывные утечки

Для примера в табл. 10.4 приведены допустимые предельные утечки наиболее характерных типов уплотнений (по стандарту), а в табл. 10.5 – нормы герметичности этих уплотнений на гидроагрегатах.

Утечки рабочей жидкости через контактные уплотнения поршня гидроцилиндра составляют обычно 0,0004–0,001% от номинального расхода при нормальной точности изготовления и ниже в 3–5 раза при повышенной точности их изготовления.

Как следует из приведенных материалов, начальные и предельно допустимые внутренние утечки в насосах и моторах не менее, чем на 3–4 порядка выше по сравнению с распределителями и гидроцилиндрами.

Таблица 10.4

Допустимые удельные утечки

Типы уплотнений	Допустимые удельные утечки по стандарту
Кольца круглого сечения по ГОСТ 9833-73	До 0,1 см ³ за 3 минуты
Уплотнения торцевые для валов по ОСТ А51-2-78	Вынос масляной пленки без каплеобразования
Манжеты резиновые армированные для валов по ОСТ 28.1.77-79	1,5 см ³ за 48 часов
Манжеты резиновые для гидроцилиндров по РТМ2Г97-1-76	До 0,1 см ³ /м ² за 4 двойных хода в минуту
Уплотнения шевронные резинотканевые для гидроцилиндров по ГОСТ 22704-77	До 0,5 см ³ /м ² за 4 двойных хода в минуту

Таблица 10.5

Нормы герметичности гидрооборудования

Наименование гидроагрегата	Марка, стандарт	Нормативная герметичность	Место утечки
Насосы и гидромоторы	БГ12-2М, БП2-3М, БГ12-5М, 2Г15-1, Г16-1М, НАР, МРФ	0,1 см ³ /ч	Уплотнения приводного вала
Гидрораспределители	Р102	0,1 см ³ за 100 переключений	По толкателю
Гидропанели	Г8-3, Гш, ГШП	10 капль за 30 мин	По элементам наружной части панели
Гидроцилиндры	ОСТ2КП28-1-73, ОСТ2КП28-3-73, МН 2253-61	1 капля за 50 циклов	Уплотнение штока

10.3. Методы диагностирования

Существующие методы диагностирования гидропривода по трудоемкости условно можно разделить на следующие группы [53]:

- диагностирование органами чувств человека;
- статопараметрический метод – наиболее трудоемкий, требующий отвода из гидросистемы потока рабочей жидкости;
- методы амплитудно-фазовых и переходных характеристик и термодинамический, которые требуют установку в гидросистему датчиков, имеющих контакт с рабочей жидкостью;
- спектральный анализ и индикация инородных примесей, то есть методы, требующие отбора проб рабочей жидкости;
- акустический, виброакустический, силовой и метод измерения скорости нарастания усилия на исполнительном элементе, то есть методы, требующие установки датчиков, не имеющих контакта с рабочей жидкостью;

- кинематический метод – наименее трудоемкий, не требующий установки специальных датчиков.

Диагностирование органами чувств человека (органолептические методы) позволяет по осмотру, контролю элементов на ощупь, по запаху определять качественные отклонения состояния составных частей гидравлических систем от нормы.

Любое диагностирование гидравлического привода при эксплуатации начинается с внешнего осмотра. Проверяют внешнюю герметичность системы гидропривода (наличие подтеканий рабочей жидкости), обнаруживают механические повреждения элементов гидропривода (забоины, трещины, потертости шлангов и трубопроводов), а также контролируют выработку люфтов тарифных соединений, наличие пломб, контролок и т. п.

Объективность диагностирования органолептическими методами повышается при использовании специальных средств и простейшей аппаратуры. Например, недопустимое повышение температуры обнаруживается с помощью специальных красок, термощупов; возникновение шумов при увеличении зазоров – с помощью стетоскопов; наличие трещин корпусов агрегатов определяется по изменению магнитных линий, обнаруживаемых с помощью порошков; некоторые параметры контролируются визуально по показаниям приборов (манометров, тахометров и др.).

В зависимости от оснащенности эксплуатационного подразделения средствами диагностики визуальные методы заменяются приборными. Этот же процесс имеет место и при совершенствовании систем встроенного контроля гидравлических приводов различного назначения.

Статопараметрический метод основан на измерении параметров функционирования гидропривода: давления P (МПа) и подачи рабочей жидкости Q (л/мин).

При диагностировании вычисляют объемный КПД насоса, равный отношению его фактической подачи (л/мин) к теоретической

$$\eta_o = \frac{Q_{\phi}}{Q_T}.$$

На практике вместо Q_{ϕ} определяют $Q_{ном}$ – подачу при номинальной частоте вращения вала насоса $n_{ном}$ и нагружении насоса до номинального давления $P_{ном}$. Учитывая, что при малых давлениях утечками в гидроагрегатах можно пренебречь, вместо Q_T при частоте вращения n_o определяют подачу Q_o (при давлении $P_o \leq 0,05 P_{ном}$). При этом измерения должны проводиться при $n_{ном} = n_o$. Так как на СДМ, снабженных дизелями с центробежными регуляторами частоты вращения, это условие практически невыполнимо, для повышения точности измерений при вычислении η_o изменение частоты вращения корректируется

$$\eta_o = \frac{Q_{ном} \cdot n_o}{Q_o \cdot n_{ном}}.$$

Нагружение, как правило, в этом случае устанавливается внешним дросселем. Статопараметрический метод широко используется на практике и позволяет точно определить состояние каждого элемента гидросистемы.

Статопараметрический метод основан на измерении (давления, расхода и др.) установившегося задресселированного потока рабочей жидкости. Этот метод позволяет оценивать объемный КПД насоса и по его величине прогнозировать техническое состояние большинства составных частей привода. Он получил широкое распространение для диагностирования гидравлических приводов машин, а также другого гидравлического оборудования. Метод может быть использован для оценки технического состояния и прогнозирования остаточного ресурса большинства агрегатов гидравлического привода.

Общее техническое состояние гидропривода характеризуется отношением полезного расхода рабочей жидкости, используемой исполнительным агрегатом, к теоретической подаче насоса, питающего исполнительный орган. Объемный КПД гидропривода и его отдельных основных узлов являются выходными параметрами. Они характеризуют два важнейших показателя диагностируемых элементов – величину структурного параметра и одновременно экономическую целесообразность дальнейшей эксплуатации гидропривода или отдельного узла.

Для измерения расхода рабочей жидкости применяют счетчиковые расходомеры (турбинные, объемные), расходомеры, основанные на переменном перепаде давления, на струйном методе, электромагнитные, ультразвуковые и других типов.

На основе распространенного статопараметрического метода разработаны переносные и стационарные средства диагностирования гидропривода.

Наиболее широко используются расходомеры переменного перепада давления. В этом случае диагностическое устройство представляет собой дроссель-расходомер (ДР), физически моделирующий на практике зависи-

мость вида $Q = \mu F_0 \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}}$, то есть зависимость потерь давления на местном сопротивлении (дросселе) от его проходного сечения и потока (расхода) рабочей жидкости. В ряде таких устройств расход контролируется косвенно по степени дросселирования потока при заданном перепаде давления (устройства КИ-1097 (ДР-70), «Поток» и др.). В других случаях в составе устройства может использоваться собственно датчик расхода, например, турбинный (диагностическое устройство ГТ-02 – гидротестер и др.). Нагрузочный (гидравлический) блок этого тестера, кроме турбинного датчика расхода, включал нагрузочный дроссель, манометр, датчик температуры, предохранительную мембрану. Измерительный блок тестера включает измерительный прибор, переключатель режимов работы, печатную плату и источник питания, датчик частоты вращения и кабели соединения с гидравлическим блоком и датчиком частоты вращения. Во всех этих случаях диагностическим параметром, оценивающим техническое состояние гидроагрегатов, является их внутренняя герметичность (коэффициент подачи, объемный КПД и т. п.), которая характеризует степень износа и одновременно является показателем эффективности или целесообразности их дальнейшей эксплуатации.

К недостаткам метода относится трудоемкость, обусловленная необходимостью разъединения трубопроводов и рукавов в системе гидропривода для установки датчиков непосредственно для каждого диагностируемого элемента (агрегата) гидропривода, а также сравнительно низкая точность и необходимость применения датчиков разных типоразмеров для различных элементов привода. Необходимость рассоединения звеньев гидропривода часто приводит к потере и загрязнению жидкости.

К разновидностям статопараметрического метода относятся интенсивно разрабатываемые в последнее время термодинамические и акустические методы диагностирования.

Метод переходных характеристик (волновой метод) основан на анализе диаграмм изменения давления на участках гидросхемы после переходных режимов ее работы. Ударная волна, проходя по участку гидросхемы, несет информацию о всех гидравлических сопротивлениях (золотниках, клапанах, вмятинах, утечках). Сравнив полученную ударную диаграмму с эталонной, можно оценить изменения в гидросистеме. Данный метод обладает высокой информативностью, но сложна расшифровка диаграмм. Кроме того, во время проведения измерений необходимо исключать из схемы узлы, влияющие на гашение пульсаций.

Имеется несколько разновидностей метода. Во-первых, техническое состояние системы гидропривода определяется на основании характера протекающих в ней волновых процессов. Эти процессы в гидроприводе возбуждаются путем мгновенного перекрытия потока рабочей жидкости в трубопроводе краном управления. Диагностирование осуществляют по волновым диаграммам. Метод перспективен и обладает высокой информативностью. Его достоинство – в возможности нагружения гидросистемы при минимальных затратах труда на подготовительные работы путем создания избыточного давления управляющими воздействиями с использованием возможностей самой системы, то есть режима самозагрузки. Метод может быть реализован для оценки технического состояния гидропривода с применением как накладных, так и встраиваемых датчиков. Однако при этом требуется применение дорогого оборудования. Недостатком метода является и сложность оценки технического состояния отдельных сборочных единиц. Это объясняется значительным взаимовлиянием их в диагностическом режиме работы. Поэтому данный метод в настоящее время получил применение в основном при диагностировании гидроприводов авиационных систем.

Второе направление реализации метода переходных характеристик – оценка технического состояния гидроприводов машин по скорости изменения давления в нагнетательной магистрали перед нагружателем. Диагностическим параметром является время нарастания давления до данной величины. Между этой величиной и подачей насоса при постоянном режиме диагностирования существует определенная зависимость. Чем меньше подача насоса (объемный КПД), тем медленнее будет нарастать давление. Процесс этот происходит в короткий интервал времени, что отрицательно сказывается на точности диагностирования.

Еще одной возможностью использования метода переходных характеристик является оценка технического состояния гидросистемы по скорости падения давления. Например, для диагностирования гидросилового цилиндра и золотниковых пар распределителя проверяемые элементы гидропривода отключаются от насоса с помощью распределителя при достижении заданного давления в системе. По времени падения давления в диагностируемой части системы судят о герметичности соответствующих элементов.

Термодинамический метод позволяет путем измерения перепадов температур на входе и выходе элементов гидросхемы определять их полный КПД. Основывается он на превращении в тепло энергии, теряемой в элементах гидропривода. Метод эффективен в условиях эксплуатации, однако требует высокой точности измерения температуры, наличия сведений о теплофизических свойствах применяемой гидрожидкости либо использования сложных измерительных схем.

Метод спектрального анализа заключается в определении количества и вида продуктов износа элементов гидропривода в рабочей жидкости. Он позволяет обнаруживать износ на его ранней стадии, однако сложно локализовать продукты износа одной детали.

Метод индикации инородных примесей основан на определении количества продуктов износа деталей в гидрожидкости при помощи специальных магнитных пробок, а также количества воды и дизельного топлива посредством несложного химического анализа.

Акустический метод применяется для диагностирования внутренней негерметичности гидроагрегатов. Он основан на измерении в ультразвуковом диапазоне шума рабочей жидкости, перетекающей через поврежденные уплотнения. Предварительная тарировка позволяет определить утечки в гидрораспределителях, клапанах и других элементах гидросхемы. Достоинство – высокая скорость измерений, недостаток – необходимость предварительной тарировки и наличие значительных помех от соседних агрегатов.

Силовой метод основан на определении усилия, развиваемого исполнительным механизмом. Метод широко применяется при оценке общего состояния гидропривода машин в стационарных и полевых условиях. Достоинством его является возможность интегральной оценки состояния всего гидропривода исполнительного механизма, недостатком – невысокая точность. Недостатком метода также является ограниченное применение на стационарных постах диагностики из-за необходимости использования громоздких нагружающих устройств.

Метод измерения скорости нарастания усилия на исполнительном элементе является развитием силового метода для определения технического состояния гидросистем машин, в которых в качестве исполнительных элементов используются гидроцилиндры. Для измерения усилия применяются быстроразъемные накладные датчики. Достоинством метода является возможность быстрого получения информации для оценки общего состояния гидропривода, однако он не может использоваться для диагностирования гидросхем с гидромотором.

Кинематический метод, являясь наименее трудоемким, определяет общее техническое состояние гидропривода по скорости перемещения исполнительных элементов, нагруженных рабочим оборудованием. Он достаточно прост и не требует применения специального оборудования, однако имеет невысокую точность.

Временной метод или метод временных интервалов основан на измерении параметров движения исполнительных органов гидросистемы, нагруженной внешним нормируемым силовым воздействием, по времени выполнения рабочих операций исполнительными органами диагностируемой системы (гидропривода). Метод используется для оценки общего технического состояния систем гидравлического привода. Этот метод отличается простотой реализации, вследствие чего находит широкое применение для диагностирования гидравлических приводов различных машин.

Кроме встроенных средств (реле времени, переключателей, конечных выключателей, кнопок системы управления), применяют специальные средства – электросекундомеры, а также временно устанавливаемые датчики перемещений, скоростей, ускорений, давления, усилий. Данные регистрируются с помощью самописцев, а у быстродействующих приводов – с помощью осциллографов. При использовании нескольких датчиков получают информацию не только о временных интервалах, но и о других параметрах рабочего процесса гидравлического привода, необходимых при других методах его диагностирования. В автоматизированных системах контроля обработка полученной информации производится с помощью компьютера.

Метод нормированных параметров («эталонных модулей») основан на сравнении экспериментально определенных значений параметров гидравлического привода и его отдельных агрегатов (мощности, КПД, усилий, крутящих моментов, давления, подачи, перемещений и др.) с их паспортными значениями или с нормами технических условий.

Метод широко используется для диагностирования любых типов гидравлических приводов. Его преимуществом является возможность использования полученной информации для уточнения расчетов гидропривода и его элементов, прогнозирования ресурса, определения энергетических показателей и т. п. Во многих случаях для реализации метода не требуется сложной диагностической аппаратуры, а при диагностировании с использованием вычислительной техники необходимо лишь простейшее программное обеспечение, например для статистической обработки результатов эксперимента.

К методу нормированных параметров можно отнести также статопараметрический, силовой и временной методы диагностирования.

Номенклатура диагностических параметров, используемых при реализации этих методов, совпадает в основном с номенклатурой параметров, установленных стандартами или техническими условиями на правила приемки и методы испытаний агрегатов гидропривода (ГОСТ 14658-86, ГОСТ 18464-80, ГОСТ 20234-74 и др.).

Метод эталонных зависимостей (амплитудно-фазовых характеристик) базируется на анализе волновых процессов изменения давления в напорной и сливной магистрях гидросистем на рабочих режимах при загрузке

системы со стороны исполнительного органа или дросселирования жидкости в сливной магистрали. Метод разработан для оценки общего технического состояния и локализации неисправностей, характеризующих работоспособное и неработоспособное состояние.

Метод амплитудно-фазовых характеристик (метод пульсаций давления) основан на измерении колебаний давления в напорной магистрали насоса в установившемся режиме его работы и предназначен для оценки технического состояния качающих узлов аксиально-поршневых насосов по осциллограмме пульсации давления. Этот метод позволяет определить суммарный износ в кинематической цепи, обеспечивающей возвратно-поступательное движение поршней. Недостатком его является невозможность определения износа элементов, влияющих на внутренние перетечки.

Распознавание неисправностей производится путем сравнения экспериментально полученных функциональных зависимостей параметров диагностируемого гидропривода (его отдельных агрегатов) с эталонными зависимостями, найденными расчетным или экспериментальным путем. Анализ амплитудно-фазовых частотных характеристик позволяет определить запас устойчивости следящих гидроприводов систем автоматического управления, использование характеристик динамической жесткости приводов систем управления.

Этот метод наиболее эффективен в гидросистемах, работа которых сопровождается значительными колебаниями давления. Используется в основном для определения неисправностей аксиально-поршневых насосов. Основной недостаток – жесткие требования к условиям его реализации. Метод не применяется для гидроприводов с шестеренчатыми насосами с низкой степенью жесткости нагнетательных магистралей. Метод реализуется с использованием встраиваемых в систему датчиков.

Метод эталонных зависимостей сложнее методов временных интервалов и эталонных модулей и обычно требует применения более сложной аппаратуры, так как в нем используются в большинстве случаев косвенные признаки, характеризующие работоспособное и неработоспособное состояния гидропривода и его составных частей.

Метод эталонных осциллограмм (переходных характеристик) представляет собой частный случай метода эталонных зависимостей, с помощью которого исследуют зависимость диагностического параметра от времени. Он является одним из наиболее простых и эффективных методов диагностирования и широко применяется для выявления дефектов и отказов гидроприводов, для которых характерны низкочастотные динамические процессы. При анализе осциллограмм синтезируются приемы методов временных интервалов и эталонных модулей.

Метод сопоставления и наложения осциллограмм основан на анализе одновременно записанных осциллограмм различных параметров или одного и того же параметра, но при разных режимах (условиях) работы гидропривода. Этот метод представляет собой усложненный метод эталонных осциллограмм, с помощью которого анализируется динамика изменения параметра или устанавливается место возникновения дефекта (неисправности). Метод универсален и особенно эффективен для диагностирования новых конструкций гидро-

привода или при сложном проявлении отказа для уточнения диагноза. Автоматизации метода затруднена.

Виброакустический метод основан на анализе параметров вибраций и акустических шумов. Метод пригоден для любых гидравлических систем, гидроприводов, насосов и других механизмов.

Виброакустический метод применяется в основном для гидроагрегатов с явно выраженными циклическими рабочими процессами, например для аксиально-поршневых гидронасосов. Основное достоинство – принципиальная возможность получения информации о любом элементе гидропривода без его разборки, недостаток – сложность выделения полезной информации.

Сущность виброакустического метода заключается в следующем. Работа сборочных единиц гидропривода сопровождается вибро- и гидроударными процессами или акустическими шумами, например сопряжений плунжерных пар в насосах и гидромоторах, клапанов, шумов и вибраций, создаваемых потоками жидкости при дросселировании его через образовавшиеся зазоры, вытеканием рабочей жидкости через неплотности. Эти колебания называют структурным шумом в отличие от воздушного, возбуждаемого механизмами в окружающей среде. По мере изнашивания механизмов или при возникновении в них каких-либо дефектов нарушаются запроектированные кинематические связи между деталями, вследствие чего характер шума и вибрации изменяется. Это свойство используют для оценки технического состояния объектов.

Сигналы, возбуждаемые колебаниями работающих механизмов, носят импульсный характер. Энергия акустического сигнала возрастает с увеличением зазора между сопряженными деталями. Поэтому амплитуда виброакустического сигнала может достаточно точно характеризовать состояние кинематической пары. Он фиксируется измерительным преобразователем, устанавливаемым для этой цели на корпусе объекта диагностирования и воспринимающим результирующие колебания, которые поступают от всех механизмов системы.

Для оценки соответствующего сопряжения в отдельности необходимо такое разделение сигнала на составляющие, при котором каждая из них характеризовала бы техническое состояние определенного сопряжения или одной кинематической пары.

Разработано несколько методов выделения диагностических сигналов: амплитудный, временной, фазовый и частотный. Эти методы реализованы в диагностических средствах. Часто используют корреляционный метод выделения сигнала, основанный на установлении связи диагностических и структурных параметров механизмов машин.

При виброакустическом методе контроля большое значение имеет правильный выбор первичных преобразователей-датчиков для измерения ускорения вибрации и мест их установки. Точность измерений определяется отношением частот собственных колебаний измеряемого объекта и самого датчика.

Тепловой метод основан на оценке распределения температуры на поверхностях сборочных единиц системы, а также перепадов температур циркулирующей рабочей жидкости. Температура является мерой количества тепла, в которое превращается теряемая энергия.

Метод универсальный, может быть реализован при помощи накладных, встраиваемых и дистанционных датчиков (термовизоры). При использовании этого метода может быть реализована самозагрузка диагностируемой системы.

Недостаток теплового метода – в необходимости точного измерения перепада температуры, которое проводится специальными высокочувствительными измерительными преобразователями с линейной и стабильной характеристикой при выполнении весьма жестких требований к условиям их установки в специально подготовленных контрольных точках.

Метод анализа состояния рабочей жидкости основан на определении свойств рабочей жидкости, вязкости, содержания нерастворимых газов, количества и состава загрязнений, механических примесей и продуктов износа, находящихся в рабочей жидкости, счетчиками частиц, микроскопами, спектральными анализаторами или специальными индикаторами.

При этом из всего комплекса вопросов, связанных с контролем параметров рабочей жидкости, необходимо выделять два основных, которые имеют большое практическое значение для обеспечения надежной эксплуатации гидропривода:

1) периодический контроль основных параметров рабочей жидкости в ходе ее старения при эксплуатации, чтобы оценить ее соответствие техническим требованиям к гидроприводам и своевременно заменить;

2) диагностирование гидропривода по параметрам рабочей жидкости. Контроль качества и изменения параметров рабочих жидкостей в процессе эксплуатации гидропривода осуществляется путем анализа их проб по стандартным методам, которые относятся к методам нормированных параметров.

Отбор проб для анализов производится по ГОСТ 2517 и ряда других. В обязательном порядке обычно контролируется: вязкость по ГОСТ 33; кислотное число по ГОСТ 5985 или ГОСТ 11362; примеси по ГОСТ 6370, температура вспышки по ГОСТ 11; температура застывания по ГОСТ 20287; стабильность против окисления по ГОСТ 981; влияние на изменение массы стандартной резины по ГОСТ 9.030, содержание воды по ГОСТ 2477 или ГОСТ 6307.

В основе метода диагностирования гидропривода по параметрам рабочей жидкости лежит обычно анализ ее загрязненности по количественному и качественному составу загрязнений, под которыми, в первую очередь, понимаются продукты износа, т. е. частицы металла, снятые с поверхностей трения агрегатов в процессе их износа (метод эталонных модулей).

Так как в гидроприводе преобладает абразивный износ агрегатов, то естественно, что для распознавания процессов износа и их стадий необходим одновременно контроль загрязнения рабочей жидкости кварцевыми абразивными частицами (кремнием), составляющими основную часть почвенной пыли, как основного источника загрязнения ГСМ и воздуха

Для качественной и количественной оценки загрязненности рабочей жидкости продуктами износа широко используется эмиссионный спектральный анализ, который позволяет определить химический состав элементов загрязнений и процентное их содержание по спектрам излучения (испускания). Сущность метода состоит в том, что проба рабочей жидкости сжигается в электрической дуге между графитовыми электродами и возникающее излуче-

ние, после обработки оптическим и электронным устройством, дает информацию о присутствии в пробе продуктов изнашивания и других примесей. Метод реализуется на малогабаритных фотоэлектрических установках типа МФС-5, МФС-7 и др.

Важным условием эффективного применения спектрального анализа является составление номенклатуры определяемых анализом элементов, на основе изучения состава материалов изнашиваемых деталей агрегатов гидропривода, а также рабочих жидкостей, применяемых при его эксплуатации. К основным элементам обычно относятся: железо, медь, алюминий, хром, свинец, олово, кремний.

Определению концентрации элементов предшествует построение градуировочных зависимостей по принятым эталонам. Эталоны предельно допустимых уровней концентрации принятых элементов в рабочей жидкости, соответствующих исправному и неисправному состояниям и позволяющие прогнозировать остаточный ресурс гидроагрегатов, могут быть определены только на основе статистической обработки большого числа результатов спектрального анализа проб рабочих жидкостей при системном и объективном контроле режимов и условий работы гидропривода, при наличии достаточно полных данных об отказах и неисправностях гидропривода в эксплуатации. Это одна из наиболее сложных подготовительных работ при реализации спектрального анализа.

Другая сложность реализации этого метода диагностики заключается в сложности распознавания стадии абразивного износа, процесс которого существенно отличается от процесса чисто механического износа (ГОСТ 23.002). Согласно общепринятой модели, процесс механического износа обычно проходит в три стадии (рис. 10.3).

На первой стадии происходит приработка поверхностей пары трения, занимающая малый отрезок времени, при этом наблюдается нестационарный режим износа с высокой, но постепенно убывающей скоростью изнашивания.

Вторая стадия является весьма продолжительной. Здесь происходит стабилизация процесса изнашивания, скорость изнашивания небольшая и примерно одинаковая.

Этот участок характеризует нормальную работу пары трения после приработки. Постепенное изменение размеров и геометрии поверхностей пары трения приводит к ухудшению условий ее работы, в результате чего скорость изнашивания возрастает до катастрофической, что характеризует третью стадию износа. Для абразивного износа характерна не только более высокая интенсивность изнашивания, но и периодическое повторение стадии (процесса) приработки.

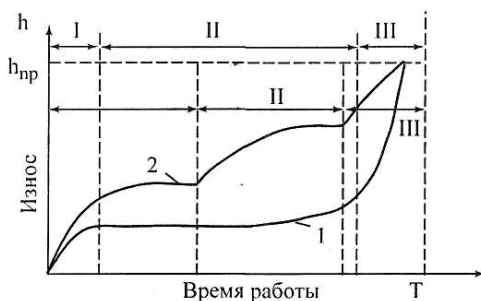


Рис. 10.3. Изменение абсолютного износа пары трения по времени работы:

1 — механический износ; 2 — абразивный износ



Рис. 10.4. Основные методы диагностирования гидросистем и гидроприводов

Эта стадия проходит каждый раз, когда доливается или меняется рабочая жидкость, т. е. когда в гидропривод поступает новая порция абразива. В дальнейшем (по времени) система «абразив–пара трения» приходит в равновесие, т. е. элементы этой системы практически уже не влияют друг на друга, и интенсивность изнашивания пары снижается.

Для того, чтобы этот процесс контролировать, а зачастую и управлять им, требуется объективная оценка количественных и качественных показателей абразивных частиц, загрязняющих рабочую жидкость. Ввиду высокой практической важности этой оценки загрязнений, в настоящее время для гидропривода разработаны и широко применяется ряд классификаций промышленной чистоты (ПХТГ 17216 и др.), с достаточно высоким приборным обеспечением. К таким приборам следует, в первую очередь, отнести телевизионные микроскопы типа МТ-2, использующие серийно выпускаемые прикладные телевизионные установки ПГУ-29, ПГУ-42, ПГУ-43 и др., а также анализаторы механических примесей типа ФС-112 (фотоэлектрический счетчик), ПКЖ-904 (прибор контроля жидкости), типа ПРИЗ-Ц, ПРИЗ-М, «Аспект-10.11», АЗЖ-955, (КИ-5822 – ГОСНИИТИ), индикаторы типа ПЭК-Т и др.

Анализ рассмотренных методов показывает, что ряд из них применяется при стационарных режимах работы гидропривода (метод нормированных параметров и его разновидности – статопараметрический и силовой методы, метод эталонных зависимостей), другие обеспечивают диагностирование гидропривода в динамических режимах его работы (временной метод, метод нормированных осциллограмм). К последним часто относят также методы виброакустической диагностики. В связи с этим комплексное диагностирование гидравлических приводов различного назначения и их составных частей может быть достигнуто только при рациональном сочетании различных методов.

Классификационная схема основных методов диагностирования гидроприводов представлена на рис. 10.4.

10.4. Средства контроля и диагностирования гидроприводов

При визуальном осмотре гидравлического оборудования основным является наблюдение за плавностью работы исполнительных органов и поиск утечки рабочей жидкости. Прерывистое (скачкообразное) перемещение исполнительных органов может возникнуть из-за наличия в системе воздуха. Проходя через воздушное пространство, масло захватывает с собой частички воздуха, становится мутным и образует пену на поверхности. Причина постепенного падения скорости подачи перемещающихся частей – увеличение вытекания масла из-за его разжижения под влиянием нагревания при непрерывной работе системы. Скорость подачи может уменьшаться при износе уплотнений поршней и цилиндров. При дроссельной регулировке снижение скорости связано с загрязнением фильтра или дросселя.

Подтекание жидкости свидетельствует о слабой затяжке резьбы или о разрушении уплотнительных колец. Вспенивание рабочей жидкости в гидробаке говорит о подсосе воздуха на всасывающей гидролинии. Помогают в поиске неисправностей (дефектов) систем диагностические поисковые схемы (рис. 10.5).

При инструментальном методе наиболее простым по конструкции переносным средством диагностирования гидропривода является устройство КИ-5473, предназначенное для проверки гидросистем машин с рабочим давлением до 10 МПа. Оно состоит из дросселя-расходомера, комплекта сменных переходников и шлангов, размещенных в двух футлярах, и служит для проверки давления настройки предохранительных клапанов от 1,0 до 15 МПа и расхода рабочей жидкости в пределах от 10 до 90 л/мин. Дроссель-расходомер КИ-1097-1 (рис. 10.6) состоит из корпуса с входным и выходным штуцерами, рукоятки дросселя с лимбом и манометра. Действие прибора (рис. 10.7, а) основано на контроле положения лимба дросселя, при котором измеряемый поток рабочей жидкости Q создает давление $P=10$ МПа. Шкала лимба проградуирована в единицах расхода рабочей жидкости с вязкостью $(48...80) \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ при температуре $(50 \pm 5)^\circ\text{C}$.

Подачу насоса определяют по схеме, приведенной на рис. 10.7, б. Для чего сначала полностью открывают проходное сечение дросселя, вход прибора

подключают к напорной магистрали, а выход соединяют с баком. Затем плавно поворачивают рукоятку дросселя из положения «Открыто» в положение «Закрыто» до установки давления, равного 10 МПа. Расход определяют по лимбу дросселя. При невозможности установки давления 10 МПа расход через прибор (л/мин) при давлении P находят по формуле

$$Q_p = 0,316 Q_a \sqrt{P},$$

где Q_a – расход по лимбу прибора, л/мин; P – давление при проверке, МПа.



Рис.10.5. Поисковая система повреждений гидросистем

Испытание насоса проводят при номинальной частоте вращения коленчатого вала ДВС. Если при этом подача насоса превышает верхний предел измерений прибора 90 л/мин, снижают частоту вращения и подачу насоса приводят к номинальной частоте вращения по формуле

$$Q_{п\ ном} = Q_u n_{ном} / n_u,$$

где Q_u – подача насоса при n_u , л/мин; $n_{ном}$, n_u – соответственно номинальная и измеренная частота вращения коленчатого вала, об/мин.

Давление настройки предохранительного клапана определяется по схеме, приведенной на рис. 10.7, в. Дроссель-расходомер подключают к выходным

штуцерам гидрораспределителя и поворотом рукоятки дросселя поднимают давление. При срабатывании предохранительного клапана рост давления прекращается.

Утечки в гидрораспределителе определяют по схеме, показанной на рис. 10.7, в. Установив рукояткой дросселя давление 10 МПа, фиксируют расход жидкости через прибор. При исправном предохранительном клапане утечки в гидрораспределителе соответствуют разнице между подачей насоса и расходом жидкости через прибор, приведенными к номинальной частоте вращения. Так как цена деления лимба прибора составляет 5 л/мин, данная схема может применяться лишь при больших утечках.

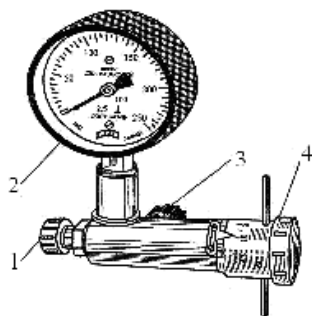


Рис. 10.6. Общий вид дросселя-расходомера КИ-1097-1:
1 – входной штуцер; 2 – манометр; 3 – выходной штуцер; 4 – поворотная рукоятка

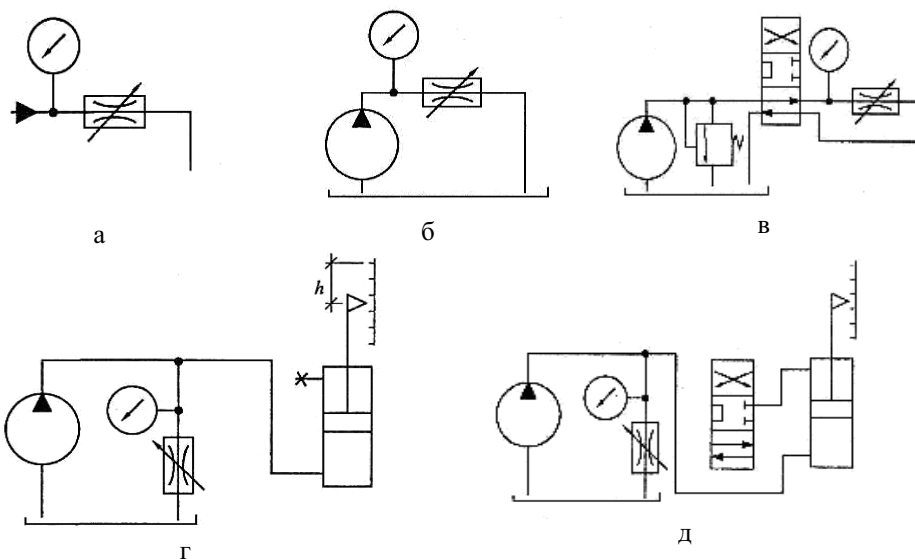


Рис. 10.7. Схема дросселя-расходомера (а) и схемы его включения для определения подачи насоса (б), давления настройки клапана (в), внутренних перетечек (г) и утечек в гидрораспределителе (д)

Небольшие внутренние перетечки в гидроциindre измеряют по схеме, приведенной на рис. 10.7, г. Для этого поршень гидроцилиндра устанавливают в среднее положение, а на штуцер штоковой полости ставят заглушку. Рукояткой дросселя устанавливают давление 10 МПа и контролируют положение указателя, закрепленного на штоке гидроцилиндра. При наличии внутренних перетечек давление в штоковой и бесштоковой полостях гидроцилиндра выравнивается и, так как площадь поршня в этих полостях различна, появляется

сила, выталкивающая шток гидроцилиндра. Скорость выталкивания штока зависит от внутренних перетечек (л/мин) в гидроцилиндре, которые можно определить по формуле

$$Q_{\text{ГЦ}} = \frac{h_1 S}{1000t},$$

где h_1 – выдвижение штока, см; S – площадь поршня в штоковой полости гидроцилиндра, см²; t – время измерения выдвижения штока, мин (в зависимости от размеров и состояния гидроцилиндра $t=3\ldots 10$ мин). Небольшие утечки в гидрораспределителе измеряют по схеме, показанной на рис. 10.7, д, в которой используется гидроцилиндр с определенными ранее внутренними перетечками $Q_{\text{ГЦ}}$. Навернув на выходной и входной штуцеры гидрораспределителя заглушки, рукояткой дросселя устанавливают давление 10 МПа, после чего скорость движения штока будет зависеть от внутренних перетечек в гидроцилиндре и герметичности золотниковой пары в проверяемом гидрораспределителе.

Утечки (л/мин) в гидрораспределителе вычисляются по формуле

$$Q_{\text{ГР}} = \frac{(h_2 - h_1) S}{1000t},$$

где h_1, h_2 – соответственно выдвижение штока при проверках герметичности гидроцилиндра и суммарной герметичности, см.

По этой схеме можно определять утечки и в других гидроагрегатах, например, в клапанах, гидрозамках, кранах.

Для диагностирования гидропривода СДМ с максимальным давлением до 32 МПа и расходом рабочей жидкости до 300 л/мин применяют специальные гидротестеры, представляющие собой компактный диагностический комплекс, состоящий из нагружающего устройства, датчиков и измерительных приборов.

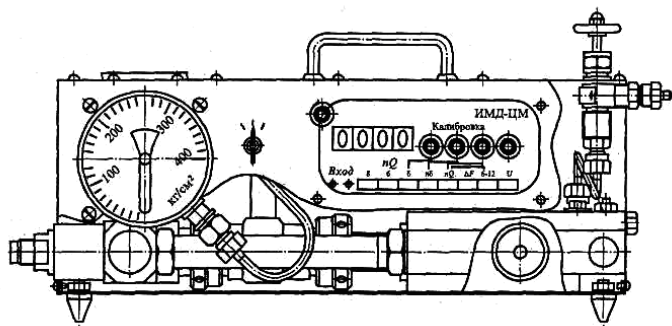


Рис. 10.8. Общий вид гидротестера ГТ-150

На рис. 10.8 показан общий вид гидротестера ГТ-150, предназначенного для измерения расхода рабочей жидкости до 150 л/мин при давлении до 32 МПа. Принципиальная схема гидротестера приведена на рис. 10.9. В качестве нагружающего устройства в нем используется предохранительный клапан

непрямого действия, позволяющий более точно, чем дроссель, поддерживать давление нагрузки. Давление измеряется манометром, снабженным дросселем для гашения пульсаций. Дополнительно может устанавливаться датчик пульсаций давления, позволяющий контролировать суммарный зазор «поршень-шатун-вал» в аксиально-поршневых насосах. Расход рабочей жидкости измеряется турбинным датчиком расхода, сигналы с которого подаются в блок электроники – модернизированный прибор ИМД-Ц. В него поступают сигналы с датчиков температуры и частоты вращения коленчатого вала двигателя. Гидротестер имеет также устройство для отбора проб рабочей жидкости.

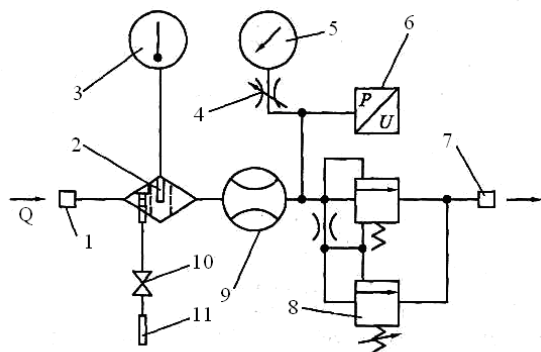


Рис. 10.9. Принципиальная схема гидротестера:

1, 7 – соответственно входной и сливной штуцеры; 2 – датчик температуры; 3 – указатель температуры; 4 – дроссель манометра; 5 – манометр; 6 – датчик давления; 8 – предохранительный клапан; 9 – датчик расхода; 10 – кран прободоотборника; 11 – прободоотборник

На рис. 10.10 приведены типовые схемы включения гидротестера при диагностировании гидросистем СДМ. При диагностировании гидронасосов наиболее часто используют последовательную схему, показанную на рис. 10.10, а, т. е. гидротестер включают в разрыв напорной магистрали между насосом и распределителем. Плавно увеличивая нагрузку, определяют (и устанавливают) давление настройки предохранительного клапана и по приведенной ранее методике находят объемный КПД насоса.

Если давление в сливной магистрали превышает $0,05P_{ном}$, применяют байпасную схему включения, приведенную на рис. 10.10, б, при этом сливная магистраль гидротестера должна соединяться с баком через быстроразъемное соединение.

При определении объемного КПД гидрораспределителя $\eta_{огр}$ применяется схема, показанная на рис. 10.10, в. В этом случае измеряют расход на выходе из гидрораспределителя при номинальном и минимальном давлениях, определяют объемный КПД гидросхемы $\eta_{огс}$, а затем вычисляют

$$\eta_{огт} = \frac{\eta_{огр}}{\eta_{огс}}.$$

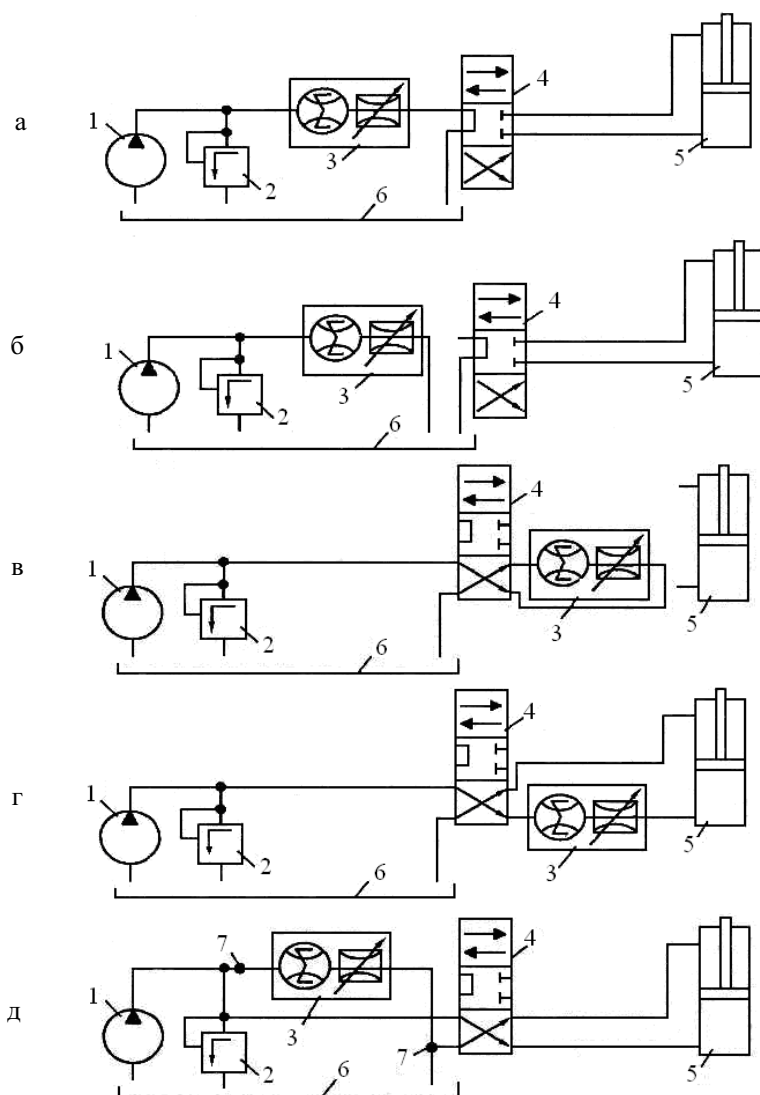


Рис. 10.10. Схемы включения гидротестера:

а – последовательная; б – байпасная; в – диагностирования гидрораспределителя; г – диагностирования гидроцилиндра; д – Т-схема; 1 – насос; 2 – предохранительный клапан; 3 – гидротестер; 4 – гидрораспределитель; 5 – гидроцилиндр; 6 – бак; 7 – быстроразъемное соединение

При диагностировании гидроцилиндров гидротестер включают по схеме, приведенной на рис. 10.10, г. Нагрузив гидроцилиндр рабочим оборудованием и выдвинув шток, по шкале расходомера гидротестера определяют количество рабочей жидкости, подаваемой в гидроцилиндр. Одновременно, измерив ско-

рость выдвижения штока гидроцилиндра, можно вычислить объемный КПД гидроцилиндра

$$\eta_{\text{олц}} = \frac{VS}{Q_{\text{ц}}},$$

где V – скорость выдвижения штока гидроцилиндра, см/мин; S – площадь поршня гидроцилиндра, см²; $Q_{\text{ц}}$ – подача рабочей жидкости в цилиндр, л/мин.

Сократить затраты времени, на подключение гидротестера позволяет Т-схема (см. рис. 10.10, д). Подключение гидротестера производится к встроенным в гидросистему специальным штуцерам и быстроразъемным соединениям.

Технология диагностирования по Т-схеме несколько отличается от традиционной, для создания нагрузки на гидросистему в ней используется рабочее оборудование. При установке поршня гидроцилиндра в одно из крайних положений давление в гидросистеме определяется настройкой предохранительного клапана и установкой нагружающего устройства гидротестера. Для настройки предохранительного клапана на давление P_x нагружающее устройство гидротестера устанавливают на большее значение давления, а после настройки – на меньшее, при этом подача насоса измеряется расходомером гидротестера.

Одной из последних моделей является гидротестер универсальный ГТП-6, предназначенный для диагностирования гидропривода СДМ при давлении до 40 МПа и расходе 20-250 л /мин. Кроме больших расходов гидротестер позволяет измерять утечки рабочей жидкости в диапазоне 0,1-20 л/мин. Его измерительный блок выполнен на базе микропроцессора, который контролирует также температуру рабочей жидкости и частоту вращения коленчатого вала двигателя. Подключение к гидроприводу производится также по схемам рис. 10.10. Для сокращения времени подключения в комплект гидротестера входит устройство полнопоточного отбора рабочей жидкости, представляющее собой трехходовой кран, устанавливаемый на выходе насоса между рукавом высокого давления и металлическим трубопроводом. Применение подсоединительного устройства позволяет без переключения гидротестера реализовывать байпасную или Т-схему.

Для реализации акустического метода диагностирования разработан измеритель ультразвуковых колебаний ИКУ-1, предназначенный для безразборного контроля внутренних утечек из-за неплотности распределительных и запорных элементов гидроприводов, а также для поиска неисправностей в дизельной топливной аппаратуре. Он состоит из датчика ультразвуковых колебаний, приставляемого к гидроагрегатам, и измерительного блока, снабженного стрелочным индикатором. После предварительной тарировки по уровню ультразвуковых колебаний можно определять утечки в гидрораспределителях, клапанах и т. д.

Контрольные вопросы

1. Приведите объекты диагностирования систем с гидравлическим приводом.

2. Приведите структурные диагностические параметры гидравлических систем рулевого управления и коробок передач.
3. Какие критерии предельного состояния насосов и гидромоторов?
4. От чего зависят утечки в сопряжениях деталей гидросистем и гидроприводов?
5. Объясните понятия начальной и предельной норм герметичности уплотнений.
6. Какие виды негерметичности приводов могут быть выявлены органами чувств человека?
7. На чем основан статопараметрический метод оценки качества функционирования гидропривода?
8. На чем основаны термодинамический и силовой методы контроля технического состояния элементов гидросистем?
9. Объясните возможности применения временного, эталонного и нормативного методов оценки технического состояния элементов гидросистем?
10. Какие существуют методы оценки состояния рабочих жидкостей гидросистем?
11. Приведите инструментальные средства диагностирования гидроприводов.

11. СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО И ЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ АВТОМОБИЛЯ

11.1. Объекты диагностирования электрических и электронных систем

Объекты диагностирования электрических и электронных систем включают в себя источники и потребители тока: автоматическая коробка передач и автоматическая трансмиссия, подвеска, тормозная система, электропривод подъема и опускания стекол, электрические приборы, аппаратура и компоненты электронных систем, обеспечивающих работу бортовых систем автомобиля. К ним относятся: воспламенение рабочей смеси в бензиновых двигателях, пуск двигателя, освещение дороги и кузова, световая сигнализация, контрольно-измерительные приборы, электромагнитные форсунки, клапаны исполнительных механизмов. Количество электроаппаратуры, электронного оборудования на автомобилях постоянно увеличивается. Изучение электрооборудования автомобиля составляет в настоящее время отдельную дисциплину технической диагностики автомобиля.

Бортовая сеть легковых автомобилей в большинстве случаев построена по принципу децентрализации. Ее важнейшие компоненты приведены на рис. 11.1. Вырабатываемый генератором ток подводится к распределителю (см. рис. 11.1; 1, 2, 3) через главный блок предохранителей. От распределителя ток направляется к стартеру и к аккумуляторной батарее для ее подзарядки.

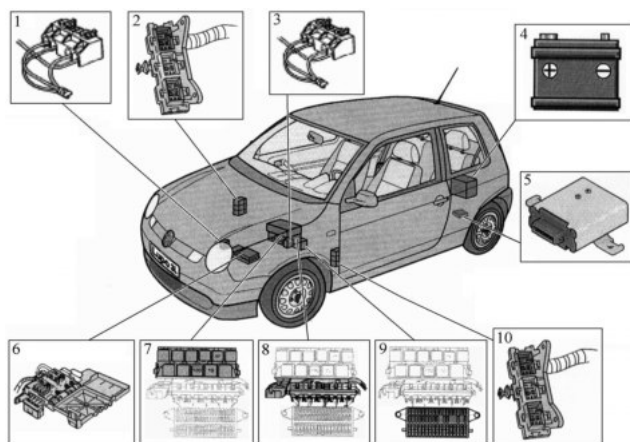


Рис. 11.1. Компоненты электрооборудования бортовой сети автомобиля TDI; 1,2 л:

1 – распределитель цепей питания в подкапотном пространстве; 2 – распределительная коробка на правой передней стойке кузова; 3 – распределитель цепей питания за панелью приборов; 4 – аккумуляторная батарея в багажном отсеке; 5 – стабилизатор напряжения; 6 – главный блок предохранителей в подкапотном пространстве; 7 – блок реле за панелью приборов; 8 – распределительная коробка за панелью приборов; 9 – блок предохранителей за панелью приборов; 10 – распределительная коробка на левой передней стойке кузова

На современных легковых автомобилях (см. рис. 11.1) устанавливаются

электронные блоки управления в силовых агрегатах (управление двигателем, управление трансмиссией); в ходовой части (управление подвеской, стабилизация заданной скорости движения, регулирование рулевого управления, управление антиблокировочными системами тормозов); в оборудовании салона и кузова (кондиционирование воздуха, навигационная система, многофункциональная информационная система, электронная панель приборов и др.).

Типовое расположение электрических компонентов на автомобиле показано на рис. 11.2, 11.3.

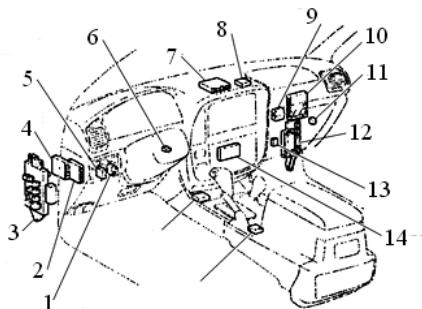


Рис. 11.2. Расположение электрических элементов в передней части салона:

1 – главное реле DRL; 2 – ECU системы ABS; 3 – J/B накладки правого порога; 4 – ECU положения рулевой колонки; 5 – ECU дистанционной блокировки дверей; 6 – усилитель транспондера ключа; 7 – ECU приборов; 8 – ECU противоугонной системы; 9 – реле управления антенной; 10 – ECM; 11 – реле управления блокировкой межосевого дифференциала; 12 – J/B накладки левого порога; 13 – ECU управления блокировкой заднего дифференциала; 14 – центральный ECU.

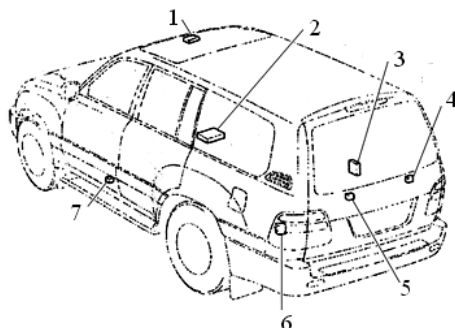


Рис. 11.3. Расположение электрических элементов салона:

1 – ECU верхнего люка; 2 – усилитель стереосистемы; 3 – сборка управления задним К/В; 4 – реле заднего охладителя; 5 – реле заднего стеклоочистителя; 6 – ECU топливного насоса; 7 – реле заднего отопителя

Типичный электрический контур автомобиля состоит из потребителя электроэнергии (рабочего компонента), набора выключателей, реле, исполнительных электромоторов, предохранителей, плавких вставок/прерывателей цепи, имеющих отношение к работе данного компонента, а также соединительной электропроводки, ее контактных клемм и разъемов.

К электронным блокам (ЭБ) автомобиля относятся: транзисторные коммутаторы тока катушек зажигания; электронные регуляторы напряжения бортовой сети; блоки управления экономайзером принудительного холостого хода (ЭПХХ); электронные тахометры; электронные реле блокирования стартера (РБС), реле указателей поворота (РУП), реле стеклоочистителей (РСО), защиты от превышения частоты оборотов; электронные сигнализаторы контроля исправности ламп и аварийного падения уровня масла и т. п.

К объектам системы управления движением и рабочими процессами относятся микропроцессорные средства вычислительной техники и автоматики. Электронные системы в виде электронных блоков управления (ЭБУ) позволяют улучшить управление работой основных агрегатов; обеспечить прием,

передачу и хранение необходимой информации; осуществлять оптимальное управление движением автомобилей в различных условиях эксплуатации.

Микропроцессоры делятся на микро-ЭВМ и микроконтроллеры. Микроконтроллер – это специализированное устройство логического управления на одной или нескольких схемах, предназначенное для выполнения многих конкретных задач.

Микропроцессоры, являясь миниатюрными устройствами, с успехом применяются в качестве контроллеров, встраиваемых в разнообразную технологическую и приборную аппаратуру. Их высокая надежность, техническая простота и невысокая стоимость создали благоприятные условия для широкого внедрения в различные отрасли, начиная с простейших бытовых приборов, автомобильной автоматики и до систем управления сложными технологическими объектами.

Микропроцессор – это алгоритмически универсальное устройство обработки информации. В зависимости от числа интегральных схем микропроцессоры делятся на однокристальные и многокристальные. Любое микропроцессорное устройство состоит из трех компонентов: микропроцессора, запоминающего устройства и устройства ввода-вывода информации.

Контроллер, предназначенный для управления технологическим оборудованием, должен иметь устройства ввода (различные датчики) и вывода; исполнительные механизмы (реле, пускатели, электродвигатели). Для микропроцессоров, встроенных в измерительные устройства, вводом служат кнопки и измерительные блоки, а выводом – индикаторы, электронно-лучевые трубки и др.

В настоящее время интенсивно на базе микропроцессоров создаются различные автоматические системы управления двигателями, которые осуществляют регулирование впрыска топлива, угла опережения зажигания, обеспечивают экономию топлива и снижение токсичности, выбирают оптимальный режим работы двигателя; осуществляют функции диагностики и т. д.

Системы электроснабжения. Система электроснабжения двигателя и автомобиля состоит из генератора и аккумуляторной батареи, включенных параллельно друг другу. Ее основными диагностическими параметрами являются: напряжение генератора под нагрузкой, натяжение ремня генератора и степень разряженности аккумулятора. Для определения этих параметров в условиях эксплуатации могут использоваться электроизмерительные приборы общего назначения (вольтметры, амперметры), однако больше применяются специальные приборы, особенно для двигателей с микропроцессорными системами управления.

Электрооборудование автомобиля надежно защищено предохранителями, поэтому при контроле электроцепей в первую очередь необходимо проверять предохранители.

Значительная часть элементов электрооборудования и электрических схем автомобиля не подлежит ремонту и практически не нуждается в техническом обслуживании, кроме содержания их в чистоте и обеспечения надежного контакта соединений.

Источники тока обеспечивают электроэнергией все потребители автомо-

бия. Источниками тока на автомобиле являются генератор и аккумуляторная батарея (АКБ). К источникам тока отнесены также и приборы их регулирования.

АКБ – это наиболее распространенные накопители энергии для АТЗ. Практически все современные автомобили и электромобили используют энергию высоковольтных аккумуляторных батарей для питания электропривода.

Автопроизводители предпочитают такие типы АКБ:

- свинцово-кислотные (Lead Acid);
- никель-металл-гидридные (NI-MH);
- литий-ионные и литий-полимерные (Li-ion или Li-pol).

Основные характеристики аккумуляторных батарей:

- номинальная электрическая емкость;
- внутреннее сопротивление;
- саморазряд;
- напряжение одного элемента;
- срок службы.

Номинальная электрическая емкость – это то количество энергии, которое исправный аккумулятор теоретически должен хранить. Определяется электрическая емкость аккумуляторов при разряде аккумулятора и измеряется в А·час и обозначается буквой С.

Когда оригинальное аккумуляторное оборудование подбирают для автомобиля, то учитывают типовые электрические нагрузки без учета электромеханической трансмиссии (табл. 11.1).

Современные транспортные машины представляют собой рациональное сочетание механических и гидропневмосистем с электроникой.

Таблица 11.1

Типичные электрические нагрузки пассажирского автомобиля

Нагрузка	Сила тока, А
Стоп-сигналы	8
Зажигание	6
Радио	0,5
Стеклоочистители	7,5
Фары (ближний свет)	9
Фары (дальний свет)	13
Огни парковочной системы	7
Внутреннее освещение	2
Вентилятор (нагреватель, без кондиционера)	6
Вентилятор (нагреватель с кондиционером)	16
Кондиционер, летом	24
Задний свет	22
Основная нагрузка с кондиционером (лето)	50
Основная нагрузка с кондиционером (зима)	45

Нагрузка	Сила тока, А
Запуск летом (бензин)	150-250
Запуск летом (дизель)	450-550
Запуск зимой (газ)	250-350
Запуск летом (дизель)	700-800

Электромеханические трансмиссии. В настоящее время находит широкое применение электрических и гибридных электромеханических трансмиссий. Но в задачи настоящего пособия не входят вопросы диагностирования гибридных электроприводов автомобилей и их систем управления.

Электрическая трансмиссия представляет собой бесступенчатую передачу, в которой крутящий момент изменяется плавно, без участия водителя в зависимости от сопротивления дороги и частоты вращения коленчатого вала двигателя.

В электрической трансмиссии большегрузных автомобилей двигатель внутреннего сгорания приводит в действие генератор. Ток от генератора поступает к электродвигателям ведущих колес автомобиля. Ведущее колесо с установленным внутри электродвигателем называется электромотор-колесом. Крутящий момент от электродвигателя к колесу передается через колесный редуктор.

В электрических трансмиссиях КПД не превышает 0,75, что ухудшает тягово-скоростные свойства автомобиля. Кроме того, расход топлива по сравнению с механическими трансмиссиями повышается на 10-20%. Электрические трансмиссии имеют большую массу и высокую стоимость.

Упрощенная схема общей электрической системы электрооборудования автомобиля и соединения приборов без электронных систем управления и их действительного распознавания на автомобиле показана на рис. 11.4.

Для соединения источников и потребителей тока применяется однопроводная система. Вторым проводом является масса автомобиля (его металлические части), с которой соединяются отрицательные полюса электрических приборов. Питаются электрические приборы постоянным током напряжения 12 или 24 В (автомобили с дизелями).

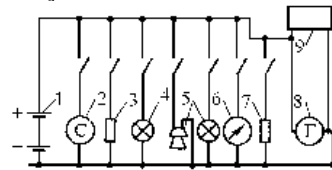


Рис. 11.4. Принципиальная упрощенная схема

электрооборудования автомобиля:
 1 – аккумуляторная батарея; 2 – стартер; 3 – приборы системы зажигания; 4 – приборы системы освещения; 5 – приборы системы сигнализации; 6 – контрольные электроприборы; 7 – дополнительная аппаратура; 8 – генератор; 9 – регулятор напряжения

11.2. Неисправности электрооборудования автомобилей

11.2.1. Неисправности контрольно-измерительных приборов

Основными причинами неисправного состояния магнитоэлектрических указателей являются обрывы цепей катушек в результате перегрева током при повышенном напряжении в бортовой сети либо короткого замыкания датчика или проводов подключения. Причинами неисправностей датчиков могут быть: нарушение режимов их эксплуатации (повышение температуры, давления); изношенность элементов, подверженных трению (ползунки, катушки реостата); окисление контактов; нарушение герметичности и разрушение диафрагмы; потеря свойств упругих элементов в результате пластичной деформации или температурной деструктуризации (термобиметаллические пластины).

Контрольно-измерительные приборы автомобиля проверяют в случае наличия признаков их неисправности и при техническом обслуживании. Техническое состояние датчиков температуры охлаждающей жидкости, давления масла, уровня топлива, амперметра панели приборов контролируют во время проведения каждого четвертого ТО-2. Для этого их снимают с автомобиля и испытывают на специальных приборах и стендах, например, типа Э-204 или других (см. табл. 2.1).

Перечислим признаки неисправностей, их возможные причины и способы обнаружения [1].

1. Не функционируют все измерительные приборы: при включении зажигания стрелки приборов неподвижны, лампы сигнализаторов не горят. Причина – отсутствие питания на приборах системы.

Если цепи системы измерительных приборов запитываются через один предохранитель с системой сигнализации, следует проверить питание включением поворотов. Если указатели поворотов не включаются, поочередно проверяют напряжение на клеммах «Б» указателей панели приборов. Неисправность цепей локализуется шунтированием их отдельных участков с помощью перемычки. Наличие напряжения на указателях и отсутствие реакции их стрелок свидетельствует о неисправности указателей.

2. Неточные показания или резкие колебания стрелки указателя. Причины: ненадежный контакт в цепях (испытание), неисправные приборы (замена).

3. Отклонение стрелки указателя за пределы шкалы. На борту автомобиля в качестве штатных могут использоваться логометрические указатели магнитоэлектрического типа. Обрывы или замыкания в измерительной цепи этих приборов приводят к отклонению стрелки за пределы шкалы.

Отклонение стрелки указателя давления масла (рис. 11.5, а) за пределы нулевой отметки свидетельствует об обрыве реостата датчика R_d или плохом контакте его ползунка; или об обрыве цепи катушек w_2 и w_3 или же об обрыве цепи подключения датчика. Если стрелка отклонена за пределы максимальных значений шкалы, это обозначает обрыв цепи катушки w_1 или замыкание на массу провода подключения датчика.

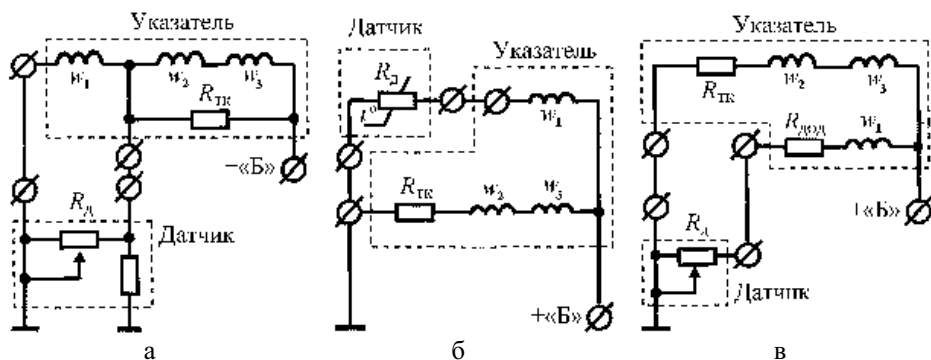


Рис. 11.5. Схемы измерительных систем с логометрическими указателями:
а – давления масла; б – температуры охлаждающей жидкости; в – уровня топлива в баке

Отклонение стрелки указателя температуры (рис. 11.5, б) за пределы нулевой отметки свидетельствует об обрыве цепи катушки w_1 или подключения датчика $R_Д$. Если стрелка отклонена за пределы максимальных значений – вероятны обрывы в цепи катушек w_2 и w_3 или замыкание на массу провода подключения датчика.

Отклонение стрелки указателя уровня топлива (рис. 11.5, в) за пределы нулевой отметки свидетельствует об обрыве цепи катушек w_2 и w_3 или замыкание на массу провода подключения датчика. Отклонение стрелки за пределы максимальных значений – обрывы в цепи катушки w_1 или датчика $R_Д$ (провода подключения спирали реостата).

Обрывы проводников подключения определяют шунтированием их перемычкой, а короткие замыкания – поочередным отключением проводников проверяемых цепей. Подтверждения неисправности указателей достигают подключением вместо датчика контрольной лампы мощностью 1-3 Вт.

4. Стрелка спидометра не отклоняется во время движения автомобиля, счетный узел не работает. В спидометрах магнитно-индукционного типа такой признак указывает на поломку или расстыковка гибкого троса привода спидометра (испытание) или заедание в механизме счетного узла. В спидометрах с электроприводом такие признаки проявляются из-за расстыковки разъема подключения датчика или обрыва его проводников.

5. Резкие колебания стрелки спидометра во время движения автомобиля. Причины: износ наконечников гибкого троса; защемление троса в местах крепления при его значительных перегибах; отсутствие смазки внутри оболочки привода. В спидометрах и тахометрах с электроприводом такой признак обозначает плохой контакт в цепях подключения. Если результаты осмотра и испытания не позволяют определить неисправность, необходимо заменить прибор.

За диагностические параметры при проверках работоспособности приборов системы контрольно-измерительных приборов на борту автомобиля принимаются положения стрелок указателей и реакция ламп сигнализаторов на панели приборов. Для установления диагноза и локализации неисправности используются самые простые диагностические средства. Калибрование указа-

телей и тарировка датчиков системы требуют применения специальных диагностических приборов – тестеров, осциллографов, мультиметров.

Неисправность указателей, как правило, проявляется в отсутствии изменений в показаниях измеряемых и контролируемых параметров. При отключении электропитания стрелки указателей должны возвращаться в исходное положение. Если хотя бы один из указателей не удовлетворяет этому требованию, то он неисправен.

При включении электропитания отсутствие показаний на одном из указателей свидетельствует о неисправности самого указательного прибора, датчика или об обрыве провода между ними. Для определения места неисправности отсоединяют провод от датчика и касаются этим проводом «массы» автомобиля. Стрелка исправного указателя должна отклоняться от отметки максимального значения параметра. В противном случае возможен или обрыв провода, или неисправность самого указательного прибора. Уточняют место обрыва с помощью вольтметра, подсоединяя его «плюсовым» концом к выводу указателя, а другим – к «массе» автомобиля. Если при включенном замке зажигания вольтметр не показывает напряжения, то неисправен указатель, в противном случае необходимо искать обрыв в проводке.

Правильность показаний контрольно-измерительных приборов автомобиля проверяют путем подсоединения к ним контрольных (эталонных) приборов и датчиков. При проверке падения напряжения надо включить дальний свет фар и измерить напряжение между зажимом включателя стартера, к которому присоединен провод от батареи, и зажимом минусового вывода генератора, а затем между зажимом дальнего света левой фары на соединительной колодке проводов и зажимом минусового вывода генератора. Для большинства автомобилей разность этих напряжений не должна превышать 0,6 В. В противном случае необходимо проверить чистоту и плотность соединений в цепи, отсутствие окислений в патронах и контактах переключателей.

Для проверки бортовых контрольно-измерительных приборов применяют переносной прибор Э-204, позволяющий без снятия с машины контролировать 12- и 24-вольтовые датчики, а также указатели температуры, давления и уровня топлива различных систем (электротепловые, электромагнитные и логометрические). Для проверки датчиков и аварийных сигнализаторов давления в приборе имеется воздушная система с поршневым насосом и контрольным манометром. Для проверки датчиков уровня топлива предназначен специальный угломер, фиксирующий угол наклона рычага с поплавком.

Основное количество неисправностей приходится на систему зажигания, аккумуляторную батарею и генератор с реле-регулятором: нарушение контактов вследствие обрыва электрических цепей, ослабление их креплений, окисление контактирующих поверхностей, перегорание предохранителей, замыкание цепей из-за повреждения изоляции, а также выход из строя отдельных элементов: лампочек осветительных приборов, датчиков контрольно-измерительных приборов, реле и т. п.

11.2.2. Неисправности аккумуляторной батареи, генератора, реле регулятора, стартера, освещения и световой сигнализации

Некоторые функции оборудования автомобиля осуществляются только с помощью электроэнергии. К ним относятся: воспламенение рабочей смеси в карбюраторных двигателях, пуск двигателя, освещение дороги и кузова, сигнализация, работа контрольно-измерительных приборов.

На электрооборудование приходится примерно 30% всех неисправностей автомобиля, 12% из них связано с системой зажигания, аккумуляторными батареями, генератором и реле-регулятором.

Электрооборудование автомобиля надежно защищено предохранителями, поэтому при контроле электроцепей в первую очередь необходимо проверить предохранители.

Значительная часть электрооборудования автомобиля не подлежит ремонту и практически не нуждается в техническом обслуживании, кроме содержания их в чистоте и обеспечения надежного контакта соединений.

Аккумуляторная батарея. Состояние батареи характеризуется степенью ее заряженности. К основным неисправностям аккумуляторной батареи относятся:

- снижение уровня электролита в результате испарения;
- саморазряд, причиной которого может быть поверхностное загрязнение батареи;
- короткое замыкание пластин при выпадении из пластин на дно банок большого количества массы (шлама);
- сульфатация, которая заключается в покрытии поверхности активного слоя пластин крупными кристаллами сернокислого свинца в результате понижения уровня электролита, длительного хранения аккумуляторной батареи без заряда, высокой плотности электролита, эксплуатации сильно разряженной батареи и чрезмерного пользования стартером.

Кроме того, в процессе эксплуатации возникают трещины стенок банок, происходит снижение уровня электролита и его плотности.

Указанные неисправности приводят к уменьшению электрической емкости аккумуляторной батареи, повышению внутреннего сопротивления и уменьшению напряжения при разряде. Механические повреждения могут привести к полной потере работоспособности аккумуляторной батареи.

Уровень электролита должен быть на 10-15 мм выше сепараторов. При понижении уровня электролита доливают дистиллированную воду, так как она испаряется быстрее, чем кислота. Плотность электролита контролируют денсиметром и сравнивают с данными, приведенными в табл. 11.2, а степень разряженности аккумуляторной батареи устанавливают в соответствии с табл. 11.3.

Низкая плотность электролита приводит к потере работоспособности батареи, а при низких температурах – к замерзанию электролита и разрушению батареи. Короткое замыкание в аккумуляторе вызывает саморазряд и понижение напряжения при заряде, а неплотности контакта на зажимах – их чрезмерный нагрев, уменьшение напряжения разряда и повышение его при заряде.

Основные методы устранения неисправностей аккумуляторной батареи приведены в табл. 11.4.

Таблица 11.2

**Рекомендуемая плотность электролита при температуре 15 °С
для различных климатических районов, г/см³**

Климатический район	Зима	Лето
Континентальный климат с температурой зимой ниже минус 40 °С	1,31	1,27
Северные районы с температурой зимой до минус 40 °С	1,29	1,29
Центральные районы с температурой зимой до минус 30 °С	1,27	1,27
Южные районы	1,25	1,25

Таблица 11.3

**Плотность электролита в зависимости от степени разряженности
аккумуляторной батареи, г/см³**

Исходная плотность электролита, г/см ³	Разряженность батареи, %	
	25	50
1,30	1,26	1,22
1,28	1,24	1,20
1,26	1,22	1,18
1,24	1,20	1,16
1,22	1,18	1,14

Таблица 11.4

**Возможные неисправности аккумуляторной батареи,
их причины и методы устранения**

Причина неисправности	Метод устранения
1. Проскальзывание ремня привода генератора	Отрегулировать натяжение ремня
2. Неисправен генератор	Проверить генератор
3. Повреждение изоляции в системе электрооборудования (сила тока разряда более 1 мА при отключенных потребителях)	Найти место утечки тока и устранить повреждение
4. Короткое замыкание между пластинами	Заменить батарею
5. Подключение новых потребителей сверх допустимых пределов	Отключить новые потребители электроэнергии
6. Чрезмерное загрязнение батареи	Очистить поверхность батареи
7. Уровень электролита ниже верхней кромки пластин	Восстановить нормальный уровень электролита
8. Окисление выводных зажимов и наконечников проводов	Отсоединить наконечники проводов, очистить выводные зажимы и наконечники, смазать их техническим вазелином и установить на место
9. Недостаточно плотно затянуты наконечники проводов на выводных зажимах батареи	Затянуть болты крепления наконечников на выводных зажимах

Причина неисправности	Метод устранения
Электролит на поверхности батареи	
1. Повышенный уровень электролита, приводящий к его выплескиванию	Установить нормальный уровень электролита
2. Просачивание электролита через трещины в корпусе	Заменить батарею
3. Кипение электролита вследствие очень высокого давления генератора	Проверить и при необходимости заменить регулятор напряжения
4. Кипение электролита и перегрев батареи из-за сульфитации пластин	Произвести заряд батареи малым током (не более 1 А), если кипение не прекратилось, заменить батарею
Батарея разряжена и плохо заряжается (резко повышается температура и обильно выделяются газы)	
Сульфатация пластин, которая происходит вследствие: – длительного воздействия батареи; – повышенной плотности; – пониженного уровня электролита; – систематической недозаряженности батареи	Если сульфатация незначительна, следует восстановить батарею. Для этого из разряженной батареи необходимо вылить электролит и залить новый плотностью 1,145 г/см ³ . После заливки электролита батарею зарядить током силой 2,5 А. К концу заряда плотность электролита довести до нормальной величины. При значительной сульфатации заменить батарею

Степень заряженности аккумуляторной батареи необходимо проверить автомобильным ареометром, путем измерения плотности электролита, приведенной к температуре 15 °С.

Если при измерении плотности электролита его температура отличается от 15 °С, то в величину плотности необходимо внести поправки.

Аккумуляторную батарею, разряженную более чем на 25% зимой и на 50% летом, необходимо снять с автомобиля и направить на подзарядку. Плотность электролита корректируют только в конце зарядки.

Неисправности генераторов. Генератор обеспечивает электроэнергией все потребности автомобиля, включая зарядку аккумуляторной батареи. При отказе генератора на панели приборов загорается контрольная лампа.

В процессе эксплуатации в генераторе могут возникнуть следующие неисправности: загрязнение коллектора; проскальзывание ремня привода; обрыв в цепи питания обмотки возбуждения; обрыв или короткое замыкание на массу обмотки возбуждения или ее соединений с контактными кольцами; обрыв или короткое замыкание в одном или нескольких вентилях выпрямительного моста; обрыв или короткое замыкание в обмотке статора; загрязнение контактных колец; ослабление присоединений проводов; изнашивание и зависание щеток в щеткодержателе; отказ электронного регулятора напряжения и т. п.

Эти неисправности приводят к полной или частичной потере отдачи генератора. Основные методы устранения неисправностей генератора приведены в табл. 11.5.

Возможные неисправности генератора, их причины и методы устранения

Причина неисправности	Метод устранения
При движении автомобиля стрелка вольтметра в комбинации приборов выходит за пределы белой зоны шкалы	
1. Обрыв в цепи питания обмотки возбуждения	Восстановить соединение
2. Поврежден регулятор напряжения генератора	Заменить регулятор
3. Износ или зависание щеток генератора, окисление контактных колея	Заменить щеткодержатель со щетками; протереть кольца тряпкой, смоченной в бензине
4. Обрыв или короткое замыкание на «массу» обмотки возбуждения ротора генератора	Заменить ротор
5. Короткое замыкание одного или нескольких положительных вентилях выпрямительного блока генератора	Заменить выпрямительный блок генератора
6. Обрыв на одном или нескольких вентилях выпрямительного блока генератора	Заменить выпрямительный блок генератора
7. Обрыв или межвитковое замыкание в обмотке статора	Заменить статор
Генератор работает, аккумуляторная батарея слабо заряжается	
1. Слабое натяжение ремня: проскальзывание при высокой частоте вращения и при работе генератора под нагрузкой	Отрегулировать натяжение ремня
2. Ослаблено крепление наконечников проводов на генераторе и аккумуляторной батарее, окислены выводы аккумуляторной батареи, повреждены провода	Очистить выводы батареи от оксидов, затянуть выводы, заменить поврежденные провода
3. Неисправна аккумуляторная батарея	Заменить батарею
4. Поврежден регулятор напряжения	Заменить регулятор напряжения
Аккумуляторная батарея перезаряжается	
1. Неисправен регулятор напряжения	Заменить регулятор напряжения
2. Неисправна аккумуляторная батарея	Заменить батарею
Повышенная шумность генератора	
1. Ослаблена гайка шкива генератора	Подтянуть гайку
2. Повреждены шарикоподшипники генератора	Заменить шарикоподшипники
3. Межвитковое замыкание обмотки статора («вой» генератора)	Заменить статор
4. Скрип щеток	Протереть щетки и контактные кольца хлопчатобумажной салфеткой, смоченной в бензине

Неисправности стартера. В процессе эксплуатации в стартере возникают главным образом механические неисправности привода, связанные с пробуксовкой муфты свободного хода, износом или заклиниванием шестерни. Эти неисправности устраняют путем замены привода. Реже встречаются неисправности электрических цепей стартера, обусловленные окислением силовых контактов и контактов реле, обрывом обмоток, замасливанием коллектора износом щеток. При этом ухудшается работа стартера, что вызывает необходи-

мость его снятия.

Характерные признаки, указывающие на наличие неисправности электрической системы стартера или ее элементов, приведены в табл. 11.6.

Таблица 11.6

Возможные неисправности стартера, их причины и методы устранения

Причина неисправности	Метод устранения
При включении стартера якорь не вращается, тяговое реле не срабатывает	
1. Неисправна или полностью разряжена аккумуляторная батарея	Зарядить батарею или заменить
2. Сильно окислены полюсные выводы аккумуляторной батареи и наконечники проводов; слабо затянуты наконечники	Очистить полюсные выводы и наконечники проводов; смазать вазелином и затянуть
3. Межитковое замыкание в обмотке тягового реле стартера, замыкание ее на «массу» или обрыв	Заменить реле
4. Отсоединен наконечник провода от штекерного зажима включения тягового реле стартера с одной стороны и выключателя зажигания – с другой	Восстановить соединение
5. Неисправна контактная часть выключателя зажигания; не замыкаются контакты «30» и «2»	Заменить контактную часть выключателя зажигания
6. Заедание якоря тягового реле	Снять реле, проверить легкость перемещения якоря
При включении стартера якорь не вращается или вращается слишком медленно, тяговое реле стартера срабатывает	
1. Неисправна или разряжена аккумуляторная батарея	Зарядить батарею или заменить
2. Окислены полюсные выводы аккумуляторной батареи и наконечники проводов; слабо затянуты наконечники	Очистить полюсные выводы и наконечники проводов; смазать их техническим вазелином и затянуть
3. Окислены контактные болты тягового реле стартера	Зачистить контактные болты
4. Ослабили гайки крепления наконечников проводов на контактных болтах тягового реле стартера	Затянуть гайки
5. Подгорание коллектора, зависание щеток или их износ	Зачистить коллектор, заменить щетки
6. Обрыв в обмотке статора или якоря	Заменить катушки статора или якоря
7. Замыкание между пластинами коллектора, межитковое замыкание в обмотках якоря или статора или их замыкание на «массу»	Заменить неисправные детали
8. Замыкание щеткодержателя «плюсовой» щетки на «массу»	Устранить замыкание или заменить крышку со стороны коллектора
При включении стартера якорь вращается, маховик не вращается	
1. Пробуксовка муфты свободного хода	Проверить стартер на стенде, заменить муфту

Причина неисправности	Метод устранения
2. Поломка рычага выключения муфты или выскакивание его из оси	Заменить рычаг или установить на место его ось
3. Поломка поводкового кольца муфты или буферной пружины	Заменить муфту
Необычный шум стартера при вращении якоря	
1. Чрезмерный износ втулок подшипников или шеек вала якоря	Заменить изношенные детали
2. Ослабло крепление стартера или поломана его крышка со стороны привода	Подтянуть болты крепления или отремонтировать стартер
3. Стартер закреплен с перекосом	Проверить крепление стартера
4. Ослабло крепление полюса стартера (якорь задевает за полюс)	Затянуть винт крепления полюса
5. Повреждены зубья шестерни привода или венца маховика	Заменить неисправные детали
6. Шестерня не выходит из зацепления с маховиком: – заедание рычага привода; – заедание обгонной муфты на шлицах вала якоря; – ослабли или поломаны пружины обгонной муфты или тягового реле стартера; – соскочило стопорное кольцо со ступицы обгонной муфты; – заедание якоря тягового реле стартера из-за перегрева; – неисправна контактная часть выключателя зажигания; не размыкаются контакты «30» и «50»	Заменить рычаг. Очистить шлицы и смазать их моторным маслом. Заменить обгонную муфту или реле. Заменить поврежденные детали. Заменить реле. Проверить правильность замыкания контактов при различных положениях ключа; неисправную контактную часть заменить

Причины и способы обнаружения неисправностей стартера:

1. Стартер включается, потом самопроизвольно отключается, не набрав оборотов, может наблюдаться повторный цикл, при этом слышно срабатывание обоих реле стартера. Причины и способы обнаружения неисправности:

- неисправна или разряжена АКБ. Регистрируется по снижению напряжения на клеммах АКБ ниже 8 В при включении стартера. Если отсутствует вольтметр, снижение напряжения можно наблюдать по свету фар;

- ненадежный контакт в цепи «АКБ-тяговое реле-корпус автомобиля». Для локализации места нарушения контакта измеряют падение напряжения на переходных опорах контактных соединений при включенном стартере. Суммарное падение напряжения в соединениях элементов стартерной цепи не должно превышать 1,5 В;

- неисправно реле включения или тяговое реле стартера. Для проверки реле включения стартера на нем замыкают между собой выводы «С» и «Б». Если при этом срабатывает тяговое реле и происходит пуск стартера – неисправно реле включения стартера, если наоборот, - неисправно тяговое реле стартера.

2. Стартер не включается, яркость света фар при включении стартерного режима не изменяется. Причины неисправностей и способы их обнаружения:

- нарушен контакт на клеммах АКБ. Очистить и затянуть клеммы;
- нарушен контакт в цепи питания тягового реле. Произвести последовательное шунтирование участков цепи с помощью перемычки и локализовать неисправность;

- заедание якоря тягового реле во втулке электромагнита. Провести испытание принудительным введением шестерни привода стартера в зацепление с венцом маховика;

- неисправен замок зажигания. Выполнить шунтирование соответствующих выводов замка зажигания перемычкой и проверить;

- неисправен щеточно-коллекторный узел электродвигателя стартера. Диагноз подтверждают при частичной разборке стартера в снятом с автомобиля состоянии.

3. Стартер включается, но не проворачивает коленчатый вал или же прокручивание происходит с недостаточной частотой вращения, свет включенных фар при включении стартера ослабляется. Причины неисправностей и способы их обнаружения:

- нарушен контакт в цепи управления или в силовой цепи стартера. Локализуют неисправность последовательным шунтированием участков цепи с помощью перемычки;

- неисправен стартер. Возможные неисправности: короткое замыкание в обмотках возбуждения или якоря; заедание ротора за полюсные башмаки статора из-за повреждения подшипников; повреждение щеточно-коллекторного узла. Неисправности локализуются при разборке;

- разряжена АКБ. Определяется ранее описанным методом.

4. Вал стартера вращается, но не проворачивает коленчатый вал двигателя – слышен характерный шум вращения стартерного электродвигателя. Причины неисправностей и способы их обнаружения:

- пробуксовка муфты свободного хода из-за повреждения роликов или обоймы, заедание толкателей. Диагноз подтверждается при разборке стартера, снятого с автомобиля;

- разрушены зубцы венца маховика или шестерни. Определяется внешним осмотром на борту автомобиля;

- разрушение буферной пружины или засорение шлицевых пазов вала. Диагноз подтверждается после разборки стартера.

5. При вращении стартера слышен скрежет. Причины неисправностей и способы их обнаружения:

- забоины на зубцах венца маховика или шестерни, перекося стартера из-за плохого крепления его к картеру. Определяется внешним осмотром;

- неправильная регулировка хода шестерни привода и момента замыкания силовых контактов тягового реле, что подтверждается при проведении операций регулирования в снятом с автомобиля состоянии;

- ослабла или разрушена буферная пружина механизма привода. Диагноз подтверждается при разборке стартера.

6. После пуска двигателя стартер не выключается. Причины неисправно-

стей и способы их обнаружения:

- перекося стартера. Определяется внешним осмотром;
- заедание привода на шлицевой части вала, спекание контактов тягового реле или реле блокирования, согнутый вал якоря, разрушена возвращающая пружина. Неисправность локализуется при разборке стартера;
- заедание фиксирующей части замка зажигания. Определяется отключением проводника питания обмотки дополнительного реле стартера от клеммы замка зажигания.

7. Чрезмерное нагревание средней части корпуса стартера. Такой признак свидетельствует о коротких замыканиях в обмотках статора или ротора.

11.2.3. Виды и формы проявления неисправностей электрических, электронных бортовых систем управления и компьютера

Замена механических, гидравлических связей и передач на информационные с использованием электрических каналов передачи командной информации маломощными сигналами на электрические исполнительные механизмы значительно снижает износ передач. Вместе с тем применение микропроцессоров и микро-ЭВМ в системах автомобильного электрооборудования привело к его усложнению, а, следовательно, к необходимости использования специальных знаний для правильного его конструирования, эксплуатации и технического обслуживания.

11.2.3.1. Основные виды повреждений электрической проводки

На автомобилях, как правило, применяется однопроводная электрическая схема. Отрицательный вывод источников питания и части потребителей выводится на «массу» автомобиля, которая выполняет функцию второго провода. Для соединения проводов между собой, а также для подсоединения их к приборам системы электрооборудования провода снабжены штекерами, которые установлены в колодках и защищены от коррозии и механических повреждений резиновыми чехлами.

Неисправности электропроводки, которые визуально контролируются такие:

- провисание проводов;
- потертости;
- налипание инородных материалов и грязи;
- состояние крепления электропроводки, соединительных колодок;
- повреждения электропроводки, соединительных колодок включателя «массы», датчиков спидометра, тахометра, передних и задних фонарей, датчика включения контрольной лампы блокировки межосевого дифференциала;
- состояние контактных поверхностей соединения проводов и штекеров.

Дефектами и ошибками систем на стадии проектирования (доводки) и изготовления называют:

- **дефект** в электронной системе – это непреднамеренное различие между

проектируемым и реализованным оборудованием;

- **ошибка** – это неправильный выходной сигнал, производимый системой, содержащей дефект. Это дефект, характеризующийся незначительным изменением заданных характеристик системы, несущественно влияющим на ее функционирование, которое происходит вследствие искажения или неверного считывания электронных сигналов;

- **неисправность** – это представление дефекта на абстрактном функциональном уровне.

Неисправностями электрических и электронных элементов являются:

- **обрыв цепи**, характеризующийся разрывом электрической связи с источником электрической энергии (или между элементами электрической цепи). Обрыв цепи происходит в результате: отпайки, отсоединения или обгорания контакта, обрыва провода и т. п.;

- **замыкание**, характеризующееся мгновенным снижением активного и реактивного сопротивлений цепей ниже критических значений при соприкосновении противоположных по полярности проводов, вследствие которого образуется движение потока электронов в месте соприкосновения элементов цепи. Замыкание происходит в результате соприкосновения оголенных проводов, в том числе при повреждении изоляции и т. д.;

- **плохой контакт соединения проводов** характеризуется значительным повышением (или нестабильностью) сопротивления прохождению потока электронов и (или) частичному или временному его прекращению в соединении подвижных или неподвижных контактов. Плохой контакт является следствием: нарушения правил сборки (соединения проводов); ослабления крепления контактов; окисления контактов и т. д.;

- **пробой** – это нарушение рабочих характеристик таких элементов электрической цепи, как: диод, транзистор, микросхема, катушка (тепловой пробой) и т. д. Пробой характеризуется нарушением изоляции элементов цепей или несанкционированным прохождением тока в полупроводниках.

В электрической части сборочных единиц имеют место следующие формы проявления дефектов:

- **сбой** – характеризуется значительным нарушением первоначальной настройки (наладки) системы вследствие нарушения последовательности поступления или пропуска электронных сигналов;

- **выключение системы**, характеризующееся полным самопроизвольным или принудительным прекращением ее функционирования в результате отказа электрической части или отказа элементов электрической части системы, влияющих на ее работоспособность;

- **авария** – это характеристика критического состояния электронной части сборочной единицы, при которой имеют место отказы одного или нескольких элементов, выполнение функции которых в системе зарезервировано, и она временно может функционировать, но для облегчения полного функционирования системы требуется срочное устранение отказов ее элементов.

Для технических систем, содержащих в контуре управления компьютер, особенно неприятны отказы типа сбой. Сбой – это самоустраниющийся отказ, приводящий к кратковременному нарушению работоспособности. Сбой может

привести к искажению и полной потере информации, содержащейся в ЭВМ, и тогда самовосстановление аппаратуры после сбоя уже не приведет к восстановлению работоспособности системы.

11.2.3.2. Дефекты и неисправности компонентов электрической системы

Поскольку при моделировании элементов мы различаем логические функции и их временные характеристики, то в дальнейшем мы также будем отличать логические неисправности, которые изменяют логику элементов, и неисправности типа «задержка», которые влияют на быстродействие систем управления автомобилем.

Логическая неисправность может быть определена явным или неявным образом. При явном задании неисправности необходимо индивидуально для данного дефекта в каком-либо виде задать функцию, реализуемую элементом. Очевидно, такой подход требует значительных ресурсов и часто неприменим на практике. Неявная модель определяет обычно некоторый класс моделей – неисправностей, которые обладают некоторыми характерными свойствами (например, константные неисправности, которые эквиваленты постоянным сигналам на линиях схемы).

При заданной неисправности и модели системы в общем случае мы можем найти логическую функцию системы при наличии данной неисправности. Таким образом, модель неисправности тесно связана с видом модели цифровой системы. Те неисправности, которые определяются на структурной модели системы, называются структурными неисправностями. Их эффект, как правило, сводится к изменению соединений компонент. Функциональные неисправности определяются на функциональной модели системы. Например, эффект функциональной неисправности может проявляться в изменении функции, реализуемой компонентой системы или оператором языка описания аппаратуры.

Типичными неисправностями соединений компонентов системы являются обрыв (open) и замыкание (short). Обрыв соответствует нарушению соединения компонентов схемы. Причиной нарушения соединения может быть недостаток или отсутствие проводящего материала, например, в металлическом проводнике. С другой стороны, отсутствие соединения может возникнуть вследствие наличия лишних частиц диэлектрика, например, между проводящими слоями. Замыкание образуется в результате соединения линий схемы, которые в исправной системе изолированы друг от друга. Оно может быть вызвано наличием лишних проводящих частиц между проводниками, пробоем оксида в МОП-структурах, который образует соединение с некоторым небольшим, но необязательно нулевым сопротивлением и т. п.

11.2.3.3. Физические дефекты

Физические дефекты зависят от технологии изготовления и подложки интегральных схем. Типичными дефектами интегральных схем (ИС) являются:

- дефекты производства ИС – пропущенные при металлизации контактные окна или участки оксида, паразитические транзисторы, пробой оксида (в МОП-структурах) и т. п.;

- дефекты материалов – объемные дефекты (трещины, несовершенство кристалла), нечистота поверхности, наколы или вкрапления оксида, погрешности травления и т. д.;

- дефекты (неисправности) старения – пробой диэлектриков, электрическое перенапряжение, нестабильность поверхностного потенциала, электромиграция и т. д.;

- дефекты упаковки – ухудшение контакта, утечка в перемычках.

Дефекты возникают либо в процессе изготовления, либо при эксплуатации электронных систем. Физические дефекты происходят вследствие либо ошибок человека, либо неправильной работы технологического оборудования. Частое повторение одного и того же дефекта показывает на необходимость улучшения процесса производства или проектирования этого устройства. Указанные дефекты случаются на этапе изготовления отдельных ИС и существенно зависят от используемой технологии. Одной из причин возникновения дефектов является нестабильность условий процесса изготовления. Они включают случайную флуктуацию окружающей среды: например, турбулентность потока газа при диффузии и окислении; отклонения физических и химических параметров материалов, таких как, например, флуктуация плотности и вязкости фоторезисторов и примесей в воде и газах.

Поскольку технологический процесс производства плат существенно отличается от изготовления ИС, то на этом этапе имеют место другие физические дефекты. В табл. 11.7 представлены типичные физические дефекты, возникающие при изготовлении печатных плат, с частотой возникновения.

Таблица 11.7

Типичные физические дефекты, возникающие при изготовлении плат

Тип дефекта	Частота
Замыкания	51
Обрывы	1
Пропущенные компоненты	6
Неправильные компоненты	13
Перевернутые компоненты	6
Изгиб проводников	8
Неправильные аналоговые спецификации	5
Неправильная цифровая логика	5
Дефекты характеристик	5

ИС могут отказывать на разных этапах эксплуатации («жизни»). Отношение интенсивности отказов к сроку «жизни» описывается хорошо известной кривой, представленной на рис. 11.6. Дефекты, которые могут быть обнаружены визуально и путем оптического сканирования, проявляются во многих ИС в течение 20 недель их эксплуатации (период «детской смертности»). В конце

этого периода уровень отказов стабилизируется на 10-20 лет (нормальное время «жизни»). Далее наступает период старения. При чрезмерной эксплуатации здесь кривая носит экспоненциальный характер. Для современных ИС основным фактором старения является перегрев вследствие высоких плотностей размещения транзисторов и используемых сверхвысоких частот.

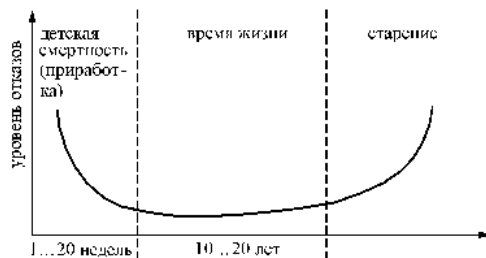


Рис. 11.6. Зависимость интенсивности отказов от времени

11.2.3.4. Типовые модели неисправностей

Неисправность является моделью, которая представляет эффект физического дефекта на логическом или функциональном уровне. Отметим, что несколько различных дефектов могут представляться одной и той же неисправностью (имеет место отношение «много к одному»). С другой стороны, одному физическому дефекту иногда может соответствовать несколько неисправностей (отношение «один ко многим»). Заметим, что неисправность обычно имеет более ясную трактовку, чем физический дефект. Будучи моделью, неисправность не всегда точно соответствует физическому дефекту, но используемые модели – неисправности, как правило, полезны (эффективны) при обнаружении дефектов. Классическим примером являются одиночные константные неисправности, хотя очевидно, что эта модель не точно описывает все физические дефекты. Но тесты, построенные для этих неисправностей, оказываются эффективными и для других типов неисправностей. Однако, как и любая модель, константные неисправности не описывают всех возможных дефектов. Особенно это касается современной МОП-технологии. Поэтому разработаны другие модели – неисправности (в частности, типа транзистор «постоянно открыт или закрыт»), которые более адекватно отражают физические дефекты этой технологии. В табл. 11.8 представлены наиболее распространенные типовые модели неисправности.

Таблица 11.8

Типовые модели неисправности

Модели неисправности	Описание
Одиночные константные неисправности	Одна линия схемы принимает постоянное значение 0 или 1
Кратные константные неисправности	Две или более линий схемы имеют постоянные значения сигналов
Мостиковые неисправности	Две или более линии схемы, значения сигналов на которых не зависят друг от друга в исправной схеме, становятся электрически связанными в неисправной
Неисправности «устойчивое замыкание транзистора»	В КМОП-логике транзистор находится постоянно в замкнутом (проводящем) состоянии

Модели неисправности	Описание
Неисправности транзистора «устойчивый обрыв транзистора»	В КМОП-логике транзистор находится постоянно в разомкнутом (не проводящем) состоянии. При этом обычно он отключен либо от питания, либо от земли и ведет себя при этом как элемент памяти.
Неисправности «задержка»	Вызывается задержкой распространения сигналов в одном или более путях схемы
Перебегающие неисправности	Вызываются ухудшением внутренних параметров схемы. Неправильные сигналы возникают при некоторых, но не всех состояниях схемы. Ухудшение параметров прогрессирует до тех пор, пока не проявится как постоянная неисправность.
Неустойчивые неисправности	Неправильные значения сигналов вызываются «наводками». Наводка может быть емкостной через шину питания или индуктивной.
Дефектно ориентированные неисправности	Неисправности электрического или логического уровня, которые вызываются дефектами на физическом уровне
Функциональные неисправности	Используются в том случае, когда цифровые системы описываются на функциональном уровне с помощью языков описания аппаратуры и представляются также языковыми средствами. Полнота тестов также оценивается на функциональном уровне (покрытие путей, ветвлений и т. п.
Неисправности уровня ЯРП	Соответствуют неправильному выполнению языковых конструкций ЯРП
Нетестируемые неисправности	Неисправности, для которых не может быть построен тест. Среди них: - избыточные неисправности, чье присутствие не изменяет поведения схемы; - неисправности, вызывающие неправильное поведение схемы, но тесты для них не могут быть построены данными методами. К ним относятся, например, неисправности, препятствующие инициализации последовательностных схем

Следует отметить, что модели неисправности тесно связаны с моделями цифровых систем. Очевидно, что моделям схем различных уровней абстракции соответствуют модели неисправностей разных уровней.

Замыкания. Неисправности типа замыкания имеют место в том случае, когда происходит соединение двух или более линий схем и образуется «проводная логика» в месте возникшей электрической связи. Кратные замыкания (соединение больше двух линий) возникают обычно на внешних входах интегральных схем.

Транзисторные неисправности (устойчивый обрыв и замыкание транзистора). Наиболее распространенными являются следующие виды отказов в «металл-окисел-проводник» технологии:

- обрыв и замыкание транзисторов;
- обрывы между стоком, истоком и затвором;
- короткие замыкания: исток-сток, затвор-сток, затвор-исток.

Дефекты короткого замыкания обычно обусловлены пробоем оксида. Такие неисправности называются «резистивными замыканиями».

Неисправности типа «задержка». Ситуации, когда схема структурно и логически корректна, но время распространения сигнала по некоторым ее путям превышает допустимые для правильного функционирования значения. Такие неисправности распространения сигнала не могут быть обнаружены на низкой частоте работы схемы, но обнаружены на высоких текстовых рабочих частотах. Для этих целей используются две основные модели: задержки вентилей, задержки пути.

Временные неисправности. При таких неисправностях временно появляются неправильные сигналы в схеме. Это происходит в различных цифровых элементах, но чаще всего – в микросхемах памяти и микропроцессорах. Среди этих неисправностей различают «кратковременные сбои». Кратковременные сбои происходят, когда сигналы меняют свое значение вследствие, например, «шумов». Такие неисправности трудно обнаружить и исправить. Здесь важно минимизировать шумы и повысить помехозащищенность схемы. Подобные неисправности, могут быть вызваны, например, флуктуациями напряжения, метастабильностью триггеров или космическим излучением.

Спонтанные отказы могут возникнуть вследствие кодовозависимой неисправности в микросхемах памяти и микропроцессорах.

Функциональные неисправности переменных данных и управления. В простейшем случае модель константной неисправности распространяется на переменные операторов языка регистровых передач. При этом подразумеваются постоянные значения отдельных переменных. Неисправности «данных», как правило, связывают с памятью или регистрами. Неисправности «управления» связаны с переменными, описывающими, например, условия выполнения некоторой операции.

Неисправности текста программ Hardware Description Languages (HDL). Простая неисправность текста программы HDL соответствует мере покрытия операторов при тестировании программного обеспечения, которая имеет ограниченную точность, поскольку не учитывает проявление ошибки на внешних выходах устройства. «Анализ мутации» соответствует неисправности текста программы для тестирования программного обеспечения. При этом «мутант» представляет версию функционального описания, которое отличается от оригинала на одну потенциальную ошибку. В этом случае оператор мутации определяется функцией, которая применяется к оригиналу для генерации «мутанта». Типичным примером оператора мутации является замена одной арифметической операции на другую.

Функциональные неисправности микропроцессоров. В соответствии с основными функциями микропроцессоров можно рассматривать следующие модели функциональных неисправностей:

1. Модель неисправности функции дешифрации адресов регистров.
2. Модель неисправности функций хранения данных. Предполагается, что любой разряд регистра может иметь константные неисправности 0, 1.
3. Модель неисправности функций передачи данных. При этом любое число линий может иметь константные неисправности 0, 1 и любая пара линий

может замкнуться (сигналы на этих линиях принимают одинаковые значения).

4. Модель неисправности дешифрации инструкций и функций управления последовательностью операций. При этом предполагается, что может произойти одно или несколько следующих событий:

- одна или несколько микроинструкций в команде не выполняются;
- дополнительно выполняются микроинструкции, которые не должны быть в данной команде;
- дополнительно выполняются микроинструкции, которых нет в последовательности данной команды.

Контактная неисправность одинаково действует только на соединение между вентилями, при этом логические элементы функционируют правильно. Каждая линия схемы может иметь два типа этих неисправностей: контакт 0 и контакт 1. Итак, контактная неисправность фиксирует на данной линии постоянное значение сигнала 0 или 1, независимо от значения подаваемого на него сигнала. Часто такие неисправности моделируют замыкания линии схемы на землю или источник питания.

11.2.3.5. Неисправности системы электроснабжения

Выходными диагностическими параметрами, характеризующими состояние системы бортового электроснабжения, являются регулируемый уровень напряжения U_{PH} и величина пульсаций ΔU_{PH} . Величину первого параметра измеряют вольтметром, второго – осциллографом. Для автомобилей с электромеханической системой управления допустимые отклонения этих параметров от номинальных значений составляют $U_{PH} \pm 3\%$, $\Delta U_{PH} \leq 5\%$. Отклонения значений указанных параметров выше допустимых приводит к значительному снижению срока службы, нарушению режимов работы систем автомобиля. Неисправности, возникающие в системе, характеризуются перечнем признаков, которые соответствуют этим неисправностям.

1. Не работают все потребители: не горят лампы освещения, не функционирует звуковой сигнал, стартер не включается, стрелка амперметра не отклоняется в сторону разряда при включении зажигания. Причины неисправности и способы их обнаружения:

- разряжена или неисправна АКБ. Проверку работоспособности выполняют с помощью самых простых приборов (пробник, вольтметр);
- нарушение цепи питания из-за окисления или слабого крепления выводов АКБ, амперметра, тягового реле стартера, выключателя массы или их неисправности. Поиск места обрыва выполняют последовательным измерением напряжения в цепи в соответствии со схемой системы бортового электроснабжения или переключением отдельных ее участков.

2. Все потребители работают с недостаточной мощностью при неработающем двигателе (стартер вращает медленно, лампы горят тускло, сигнал звучит слабо). Причины неисправности и способы их обнаружения:

- сильно разряжена АКБ. Состояние АКБ определяют по снижению на ней напряжения ниже, чем 8 В при включении стартера;
- увеличилось переходное сопротивление контактов или выводов цепи

питания. Место нарушения контактов определяют шунтированием выводов с помощью перемычки или по падению напряжения на отдельных участках цепи питания. Падение напряжения на каждом механическом соединении проводников не должно превышать 0,1 В и составлять не более чем 4% от номинального напряжения в целом на всех проводах последовательного подключения участков цепи питания.

3. АКБ не заряжается при работе двигателя, на любой частоте вращения амперметр показывает разрядный ток. Причины неисправности и способы их обнаружения:

- обрыв или слабое натяжение ремня привода генератора. Определяется внешним осмотром и измерением прогиба ремня под нагрузкой в соответствии с нормативным значением;

- обрыв цепи «генератор-АКБ». Место обрыва определяют с помощью вольтметра или пробника при неработающем двигателе путем проверки напряжения АКБ на участках проверяемой цепи;

- обрыв цепи возбуждения генератора. Пробник или вольтметр подключают к выводу «Ш» генератора и включают зажигание. Если напряжение на обмотке возбуждения отсутствует – цепь ее подключения оборвана;

- неисправный регулятор напряжения (РН) или генератор. Для локализации неисправности отключают РН от генератора, запускают двигатель, кратковременно замыкают клеммы «Я» и «Ш» генератора между собой. Если амперметр на панели приборов показывает зарядный ток – неисправен регулятор. Если наоборот – неисправен генератор.

4. АКБ недозаряжается, амперметр показывает малый ток зарядки на любой частоте вращения, включение фар вызывает резкое снижение зарядного тока, наблюдается резкое колебание стрелки амперметра. Причины неисправности и способы их обнаружения:

- пробуксовка ремня генератора. Проверяют визуально, увеличивают натяжение, обезжиривают шкив, заменяют ремень;

- не отрегулирован РН. Измеряют значение напряжения бортовой сети на средних оборотах при включенных фарах и сравнивают показания вольтметра с регламентированными значениями;

- замасливание контактных колец или неплотное прилегание щеток в генераторе. Диагноз подтверждается внешним осмотром при частичной разборке генератора;

- нарушение контакта в цепи зарядки АКБ при вибрациях двигателя. Поиск места нарушения осуществляется визуально.

5. АКБ чрезмерно заряжается: при длительной работе двигателя и разной нагрузке бортовой сети амперметр постоянно показывает зарядный ток, стрелка амперметра не устанавливается в нулевое положение, увеличение оборотов двигателя приводит к повышению тока зарядки, наблюдается сильное газообразование в электролите АКБ, заметное снижение уровня электролита, слишком яркое свечение фар. Причины неисправности и способы их обнаружения:

- не отрегулирован или неисправен регулятор напряжения. Проверяется заменой;

- замкнутые между собой выводы «Я» и «Ш» генератора. Для локализации неисправности уровень напряжения бортовой сети измеряют при работающем двигателе. Если измеряемое напряжение выше нормы и постоянное в широком диапазоне изменения частоты вращения, - неотрегулирован РН. Если напряжение борта возрастает пропорционально росту оборотов, - необходимо отключить РН от генератора (разомкнуть вывод «Ш»). Резкое снижение напряжения при этом указывает на неисправность РН. Если такая реакция отсутствует, это свидетельствует о замыкании клемм «Я» и «Ш» генератора;

- окисление контактов замка зажигания. Для подтверждения этого диагноза измеряют падение напряжения на замке зажигания. Оно не должно превышать 0,1 В при отключенных потребителях, не обеспечивающих работу двигателя.

Причины отказов бортовой проводки электропитания электрооборудования автомобиля. С целью облегчения выполнения диагностических процедур в руководстве по эксплуатации помещают описание типовых неисправностей различных систем электрооборудования автомобиля с описанием способов проверки. Например:

- проверка наличия напряжения;
- поиск причин коротких замыканий;
- поиск нарушения заземления;
- поиск обрыва цепи;
- контроль электрических разъемов;
- проверка предохранителей, плавких вставок, реле;
- контроль цифровой шины данных CAN и распознавание ошибок;
- определение электромагнитных полей, создаваемых структурными единицами.

Оценить состояние технического объекта можно, наблюдая за выполнением возложенных на него функций (функциональное диагностирование) или подавая на объект внешние воздействия и наблюдая за его реакцией (тестовое диагностирование).

Основное достоинство функционального диагностирования в том, что для его реализации не нужны специальные генераторы стимулирующих воздействий. Диагностирование заключается в обработке информации, характеризующей качество функционирования ОД, то есть необходимо определить ее характер, выбрать точки в объекте для съема и момент съема информации.

Функциональное диагностирование осуществляется путем наблюдения за результатом отдельной операции – реакции структурной единицы на входное воздействие. При таком способе контроля возможны одномерные и многомерные случаи.

Прежде чем приступить к поиску причин отказа вышедшего из строя потребителя электроэнергии, необходимо внимательно изучить соответствующую электрическую схему, как можно яснее представить себе принцип функционирования компонентов, входящих в состав подозреваемого контура. Перечень возможных причин отказа может быть сведен к минимуму путем исключения из него исправно функционирующих компонентов, имеющих отношение к работе проверяемого контура. При одновременном нарушении функ-

ционирования сразу нескольких компонентов наиболее вероятной причиной отказа является выход из строя общего для соответствующих цепей предохранителя, плавкой вставки либо нарушение заземления.

Чаще всего отказы электрооборудования объясняются простейшими причинами, такими как повреждение коррозией или ослабление крепления клеммных соединений, выход из строя предохранителя или плавкой вставки, отказ реле и т. п. Прежде чем приступать к поиску внутренних неисправностей отказавшего компонента, внимательно проверяют состояние всех имеющих отношение к его функционированию предохранителей, разъемов и соединительных проводов.

Для определения перечня подлежащих проверке узлов и клеммных соединений изучают соответствующие схемы электрических соединений.

К числу диагностического оборудования, необходимого при поиске отказов электрооборудования, следует отнести универсальный измеритель цепи вольтметр; для некоторых проверок также подойдет 12-вольтная лампа с комплектом соединительных проводов, лампа-пробник с индивидуальным источником питания, омметр, источник питания с комплектом соединительных проводов, а также набор проводов-перемычек, оборудованных различного типа соединительными клеммами и, желательно, встроенным прерывателем цепи или предохранителем (для шунтирования подозрительных участков цепи или электрических компонентов). Прежде чем прибегать к использованию диагностического оборудования, необходимо внимательно изучить схему электрических соединений компонентов соответствующего контура.

Для поиска причины отказа, носящего нестабильный характер (нарушения такого рода обычно оказываются связанными с окислением контактных клемм или ослаблением крепления клеммных соединений электропроводки), может быть произведена простейшая проверка цепи, выполняемая путем подергивания различных участков электропроводки соответствующего контура, в результате которого локализуется дефектный отрезок цепи. Данная проверка может производиться совместно с любой из проверок, перечисленных далее в соответствующих подразделах.

Кроме проблем, связанных с нарушением качества электрических соединений, к числу наиболее вероятных и часто происходящих отказов электрических контуров следует отнести обрывы и короткие замыкания в цепи.

Обрыв цепи обычно вызывается механическим повреждением токопроводящих жил или отсоединением контактных клемм, что приводит к размыканию электрического контура и прекращению циркуляции в нем электрического тока. В результате обрыва цепи ее рабочий компонент перестает функционировать, однако соответствующие предохранители (плавкие вставки) не выходят из строя. Коротким замыканием называется непредусмотренное конструкцией цепи замыкание ее электропроводки. При этом ток начинает циркулировать по кратчайшему пути, обычно уходя на массу. Короткие замыкания чаще всего оказываются связанными с нарушением целостности изоляции электропроводки и в обязательном порядке приводят к выходу из строя соответствующих предохранителей или плавких вставок.

В первую очередь при неисправностях электрооборудования необходимо

внимательно отнестись к состоянию контактов на клеммах аккумулятора. Плохой контакт в этом месте часто приводит к проявлению какой-нибудь неисправности из-за слабого контакта клемм на аккумуляторе (особенно у дизельных двигателей).

Наиболее часто выходят из строя (перегорают) предохранители «Tail» – габаритные огни, если лампочки габаритов висят на проводе, а самого фонаря нет (разбит или украден); «Cig» – прикуриватель, «Stop» – сигналы задних фонарей тормоза.

Чаще всего рядом с блоком предохранителей может устанавливаться ряд тепловых предохранителей многократного действия. Если они разомкнулись из-за перегрузки, то снова привести их в действие (замкнуть цепь) можно, ткнув спичкой в отверстие на их крышке. Наиболее часто срабатывает предохранитель, установленный в цепи управления электрическим подъемом стекол. Это случается, если стекла замерзли или при одновременном нажатии кнопок «вниз» и «вверх». В обоих случаях электроника реагирует однозначно: срабатывает предохранитель и стекла не двигаются. Отопитель салона, например, в «Toyota Marc-II» в своем питании также имеет тепловой предохранитель, который расположен под панелью в левой передней стойке.

В автомобилях зарубежного производства часто возникают следующие неисправности:

- нет света фар, сгорели лампочки, предохранители (Head), слетели или окислились разъемы на фарах; если машина была в ДТП, то возможны обрывы внутри проводов в месте удара (внешне провода выглядят целыми);

- нет габаритных огней. Перегорели лампочки, при неисправной генераторной установке или плохом контакте на аккумуляторной батарее могут перегореть даже все; перегорел предохранитель (Tail) в салоне; окислился или подгорел выключатель стояночных огней; внутренние обрывы проводов у битых машин;

- нет поворотов. Если «аварийка» тоже не работает, то, проверив лампочки, необходимо снять и отремонтировать реле поворотов. У автомобилей «Toyota» корпус реле обычно зеленый и на нем написано «Flash», у «Nissan» корпус реле черный. У «Toyota» это реле чаще находится справа под панелью, у «Nissan» – обычно под приборным щитком. Причиной сгорания реле поворотов всегда является перегрузка в цепях. Это значит, что или машина была в ДТП и где-то есть короткое замыкание, или в сигнальных фонарях использованы не те лампочки. Иногда дефект вызван неисправностью в переключателе поворотов, который нужно снять, разобрать и починить;

- не работает один из электродвигателей (ЭД) управления стеклами. Если остальные моторы работают, то надо снять обивку с двери с неработающим стеклом, найти ЭД управления стеклом, разъединить разъем на проводах, ведущих к нему, и подать через разъем непосредственно на ЭД 12 В с любого аккумулятора сначала в одной полярности, потом – в другой. ЭД должен начать поднимать стекло, при смене полярности он будет, наоборот, опускать стекло. Если этого не происходит, то ЭД надо снять, разобрать, почистить и смазать. Если работоспособность ЭД не восстанавливается, то причиной неисправности может быть редуктор или пластмассовая шестерня в червячной пе-

редаче. Если ЭД при подаче на его вход напряжения управляет стеклом (поднимает и опускает), то сначала разбирают выключатель, которым он управляется штатно (на двери). Поскольку этих выключателей может быть два (у водителя на каждое стекло своя кнопка), то начинают с того, которым пользовались в последний раз, еще при «работающем» стекле, или с того, которым пользуются чаще. Если не работают все выключатели, то, проверив, не заблокированы ли они кнопкой; надо проверить, включен ли тепловой предохранитель справа под панелью, обычно под блоком предохранителей, и только потом следует «разбирать» блок управления стеклами на водительской двери и искать причину там. Обивку двери при этом можно не трогать, так как пульт управления обычно вынимается легко.

11.3. Диагностические параметры и методы диагностирования электрических систем и электрооборудования

11.3.1. Принципы выбора диагностических параметров систем электрооборудования

При выборе диагностических параметров контроля электрооборудования или системы электрооборудования руководствуются далее описанными принципами [9].

Первый принцип заключается в том, что структурные и выходные диагностические параметры объекта должны обеспечивать оценку его технического состояния без разборки. А это означает, что диагностическим параметром становятся выходные рабочие процессы изделия или системы. К таким диагностическим параметрам можно отнести вторичное напряжение катушки зажигания, длительность искрового разряда на свечах зажигания, ток электро-стартера при полном торможении якоря и другие электрические характеристики.

Второй принцип – это однозначность диагностического параметра, то есть в процессе эксплуатации за определенный пробег автомобиля или за определенное количество часов работы двигателя параметр изменяется монотонно, а не скачкообразно.

Третий принцип – стабильность диагностического параметра, что означает нахождение конструктивного параметра изделия внутри заданного точного интервала его изменения. Примером может служить выходное напряжение генераторной установки, пределы изменения которого определяет регулятор напряжения.

Четвертый принцип выбора диагностического параметра – его чувствительность, то есть изменение его приращения при изменении конструктивного параметра изделия в процессе расходования своего ресурса должно принимать положительное значение.

Пятый принцип – информативность диагностического параметра. Это комплексное свойство, объединяющее все предыдущие и характеризующее снятие неопределенности при определении технического состояния объекта диагностирования. Оно сводит к минимуму возможность принять фактически

неисправный по техническому параметру объект диагностирования за исправный (ошибка первого рода) и наоборот (ошибка второго рода), используя выбранный диагностический параметр.

Поэтому сложился определенный порядок выбора диагностического параметра изделий и систем электрооборудования:

- выявляют наиболее часто повторяющиеся отказы и повреждения по данным подконтрольной эксплуатации или по результатам эксплуатации;
- анализируют причинно-следственные связи неработоспособных или исправных элементов изделия и его выходных параметров;
- составляют функциональную схему структурно-следственных связей по цепи: агрегат или сборочная единица – сопряжение или элемент – структурный параметр – характер неисправности – признак – диагностический параметр.

11.3.2. Виды, средства, методы и параметры диагностирования электрооборудования агрегатов автомобиля

Виды и средства диагностирования электрооборудования двигателя и автомобиля классифицируют на две основные группы: встроенные или бортовые средства и внешние устройства. В свою очередь, встроенные средства подразделяются на информационные, сигнализирующие и программируемые (запоминающие). Внешние средства классифицируют на стационарные и переносные.

Классификация методов диагностирования электрооборудования приведена на рис. 11.7.



Рис. 11.7. Классификация методов и средств диагностики электрических систем автомобиля

Диагностические параметры электрических и электронных устройств можно поделить условно на несколько групп: параметры постоянных значений, параметры действующих значений, временные параметры, параметры формы.

К устройствам оценки параметров постоянных значений можно отнести измерители электрического сопротивления R (омметры), постоянного напряжения U (вольтметры) и тока I (амперметры, см. рис. 11.7).

Омметры используют для «холодной» проверки цепей и дискретных элементов схемы (проверяемый прибор выключен). Вольтметры и амперметры используют для оценки диагностических параметров при включенном объекте диагностики («горячая» проверка цепей).

Диагностические параметры действующих значений, к которым относят напряжение переменного тока и переменный ток, измеряются амперметрами и вольтметрами переменного тока (генераторы переменного тока, сигнальные цепи электронных блоков).

Временные параметры электрических сигналов (частота f , длительность импульса t и их скважность q) позволяют оценивать работу времязадающих, формирующих и релаксационных цепей и каскадов электронных устройств систем управления, измеряются с помощью частотомеров и осциллографов.

Параметры формы сигнала (амплитуда, крутизна фронтов, неровность вершины импульса) используются для оценки значений распределенных реактивных параметров импульсных цепей (электронные блоки, система зажигания) и измеряются с помощью осциллографов.

Фазовый сдвиг между периодическими гармоническими сигналами одинаковой частоты (напряжения и тока) характеризует реактивную составляющую сопротивления цепи переменного тока, измеряется с помощью осциллографов. В импульсных устройствах фазовый сдвиг периодических сигналов в общем рассматривается как функциональный параметр. Информация о фазовых сдвигах в рабочих процессах двигателя (углы опережения зажигания α , подачи топлива, выпуска газов) позволяет оценить оптимальность функционирования его систем (измеряют с помощью стробоскопов).

11.3.3. Выбор контролируемых параметров и методов диагностирования

Выбор номенклатуры контролируемых параметров. Определение номенклатуры контролируемых параметров и стратегии поиска неисправности является одной из важнейших задач, которую необходимо решить при диагностике электрических и электронных технических систем. Очевидно, что введение дополнительных контролируемых параметров приводит с одной стороны к повышению достоверности диагностики, а с другой – к усложнению алгоритма диагностики, увеличению времени диагностирования и т. п. Уменьшение же количества контролируемых параметров приводит к прямо противоположным результатам. Кроме того, сами параметры имеют различную диагностическую ценность. Естественно, при этом необходимо в первую очередь выбирать и контролировать параметры с большей диагностической ценностью, то есть па-

параметры, содержащие больше всего диагностической информации. Поэтому возникает задача обоснованного выбора контролируемых параметров и стратегии поиска неисправности.

Существуют различные подходы к обоснованию выбора контролируемых параметров. Основными являются следующие [3, 59]:

- **метод, основанный на нахождении коэффициентов влияния**, предполагает выявление связи между контролируемыми параметрами и характеристиками диагностируемой системы, определяющими ее техническое состояние. Такая связь в виде коэффициентов влияния контролируемых параметров на показатели качества системы устанавливается на математической модели или путем физического эксперимента на реальной диагностируемой системе. В качестве информационно-диагностических выбираются те контролируемые параметры, которые имеют наибольшие коэффициенты влияния;

- **метод факторного анализа** дает возможность определить статистическую связь показателей качества диагностируемой системы с ее контролируемыми параметрами. Те параметры, для которых эта связь значима, принимаются в качестве информационно-диагностических;

- **метод математического моделирования** устанавливает информационно-диагностические признаки исследуемой системы, наиболее чувствительные к изменению ее технического состояния. Математическое моделирование может проводиться как на цифровых, так и на аналоговых машинах, а также на цифро-аналоговых комплексах. При этом моделируются различные отказы и режимы работы диагностируемой системы;

- **метод экспертных оценок** предполагает определение номенклатуры контролируемых параметров с привлечением специалистов в той предметной области, к которой относится диагностируемая система;

- **оптимальные методы** обеспечивают выбор контролируемых параметров и стратегии поиска неисправности в соответствии с принятым показателем оптимальности.

11.3.4. Методы контроля и диагностирования электрических и электронных систем управления автомобилем

11.3.4.1. Классификация систем контроля и диагностирования

В настоящее время автоматические системы контроля и диагностики решают широкий спектр задач. К ним в первую очередь относятся:

- контроль работоспособности исследуемой системы;
- осуществление реконфигураций в системе, направленных на восстановление ее работоспособности;
- прогнозирование возможных отказов;
- прогнозирование развития отказа и его последствий и др.

Естественно, что все перечисленные задачи должны по возможности решаться системой диагностики в реальном масштабе времени.

Важной характеристикой систем диагностирования является глубина диагностирования. Эта характеристика определяет уровень проводимой диагно-

стики по иерархии технической системы. Можно осуществлять диагностирование до уровня отдельных устройств, образующих техническую систему, блоков и элементов.

К настоящему моменту создано большое число типов систем технической диагностики, которые путем выделения ряда существенных отличительных признаков могут быть классифицированы в соответствии с рис. 11.8.



Рис. 11.8. Классификация систем технической диагностики

По назначению системы технической диагностики можно разделить на специализированные и универсальные. Специализированные системы предназначены для диагностики объектов одного типа, причем перечень контролируемых параметров и алгоритмов диагностики жестко задан и не может изменяться. Для реализации таких систем требуется минимум аппаратуры.

Универсальные системы диагностики предполагают возможность оценивания технического состояния различных объектов, контроля большого количества параметров и применения гибких алгоритмов.

В зависимости от задач, решаемых системой диагностики, можно выделить контролирующие, диагностирующие и прогнозирующие системы. Цель контролирующих систем заключается в оценке только работоспособности объекта диагностирования. Это самый простой вид задач, решаемых системой диагностики. Для технических систем, выполняющих жизненно важные функции, такой вид диагностики может оказаться предпочтительным, так как возможна его реализация в реальном масштабе времени и своевременное принятие мер по переходу на резервные системы. Поиск же неисправности при этом целесообразно осуществить в стационарных условиях.

Диагностирующие системы позволяют сделать заключение не только о работоспособности объекта диагностики, но и указать отказавшее устройство или элемент. Глубина диагностики зависит от степени детализации объекта диагностирования на отдельные устройства и элементы.

Система прогнозирующей диагностики позволяет сделать оценку технического состояния исследуемого объекта в будущие моменты времени на основании тенденций в изменениях контролируемых параметров.

По виду конструктивного исполнения системы диагностики могут быть автономными и встроенными. Автономные системы реализуются самостоятельно вне объекта диагностирования. Их связь с объектом осуществляется через специальные линии связи.

По форме сигналов и используемого оборудования системы диагностики можно разделить на аналоговые, аналогово-цифровые и цифровые.

Для построения системы диагностики необходимо:

- определить вид и метод диагностирования;
- установить контролируемые параметры;
- выбрать или разработать алгоритм принятия решения о состоянии системы (алгоритм классификации);
- осуществить техническую реализацию системы диагностики.

11.3.4.2. Виды диагностики технических систем

Существует три вида оценки работоспособности технических систем. К первому виду относится диагностика по состоянию отдельных элементов системы. В этом случае техническое состояние диагностируемой системы определяется в результате прямых, косвенных или совокупных измерений параметров элементов. Схема диагностирования представлена на рис. 11.9.

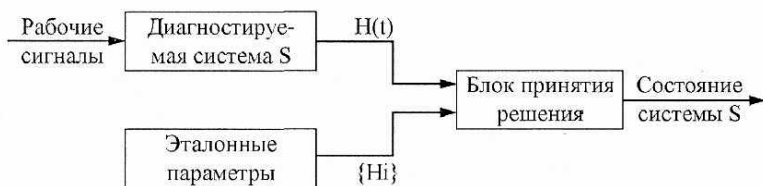


Рис. 11.9. Схема диагностирования

На этом рисунке $N(t)$ – вектор параметров, характеризующий состояние как отдельных элементов, так и системы в целом; $\{N_i\}$ – множество эталонных векторов параметров. В качестве таких параметров могут быть различные параметры электрической цепи (омическое, емкостное или индуктивное сопротивление и т. п.), температура или давление, например, в камере сгорания и т. п.

Во-вторых, диагностика может осуществляться по результатам анализа реакции исследуемой системы. Тогда, в зависимости от способа воздействия на систему диагностирование может быть:

- тестовое,
- функциональное,
- комбинированное.

При тестовом диагностировании на вход исследуемой системы (объекта диагностики) подаются специальные тестовые воздействия. Рассмотрим функциональную схему (рис. 11.10).



Рис. 11.10. Функциональная схема

Как следует из данной схемы, на вход диагностируемой системы подаются тестовые сигналы, а с выхода снимаются сигналы реакции, которые обрабатываются в соответствующем блоке с целью получения диагностической информации. На основе этой информации в блоке принятия решения делается вывод о принадлежности исследуемой системы к состоянию S_i . Всей процедурой диагностирования управляет блок управления, который задает режимы функционирования системы, может прекратить или продолжить диагностирование, изменить вид тестовых сигналов и алгоритм принятия решения и т. п.

Возможно проведение диагностики и без подачи на вход системы тестовых сигналов. Предполагается, что в этом случае диагностируемая система находится в режиме реального функционирования и на ее вход невозможно подавать дополнительные сигналы. Схема диагностирования приведена на рис. 11.11.

На схеме блок управления изменяет режимы функционирования диагностируемой системы, алгоритмы получения диагностической информации и принятия решения.



Рис. 11.11. Схема диагностирования

При комбинированном диагностировании происходит одновременная подача на вход системы как рабочих управляющих, так и тестовых сигналов. Уровень последних должен быть невелик и таким, чтобы не вывести диагностируемую систему на нежелательные режимы работы. Схема диагностирования изображена на рис. 11.12.

В-третьих, диагностирование технических систем можно проводить путем соответствующей обработки как входных, так и выходных сигналов объектов диагностирования в соответствии со схемой рис. 11.13.



Рис. 11.12. Схема диагностирования



Рис. 11.13. Схема сигналов объектов диагностирования

Контроль выходных сигналов осуществляется контролем достоверности работы исполнительных механизмов, а также их проводных соединений с блоком управления, исключение ошибок в работе исполнительных механизмов, дефектов соединений и коротких замыканий.

В этом виде диагностики возможны как тестовые, функциональные, так и комбинированные способы диагностики технических систем.

Методы диагностики технических систем могут быть разделены на три класса:

- аппаратные;
- программные;
- комбинированные.

Аппаратные методы предполагают введение в диагностируемую систему дополнительного оборудования, в функции которого входит измерение контролируемых параметров, сравнение их с эталонными значениями и принятие решения о работоспособности исследуемой системы. Достоинствами аппаратных методов является их высокое быстродействие (обычно в реальном масштабе времени), а также возможность обнаружения не только отказов, но и сбоев в работе системы.

Программные методы диагностики применимы в основном для ЭВМ и систем, содержащих ЭВМ, например, цифровых систем управления и их развития – информационно-управляющих систем. В этом случае в работу ЭВМ вводится программная избыточность, что связано с увеличением времени обработки информации. Дополнительной аппаратуры для технической реализации диагностирования не требуется.

Комбинированные методы включают в себя как аппаратную, так и программную диагностику. Диагностика современных цифровых информационно-управляющих систем осуществляется именно с применением комбинированных методов.

11.3.4.3. Аппаратные методы диагностики технических систем

Основными методами аппаратной диагностики являются [60]:

- метод допускового контроля и диагностики;
- метод сравнения с эталоном;
- метод мажоритарного контроля и диагностики;
- метод контроля и диагностики с использованием корректирующих кодов.

Метод допускового контроля и диагностики предполагает сравнение контролируемых параметров системы с границами поля допуска. Если контролируемый параметр находится в поле допуска, то элемент (система) работоспособен. Если же этот параметр вышел за границы поля допуска, то элемент (система) неработоспособен.

Объект диагностики имеет вид, представленный на рис. 11.14.

Диагностика сводится к сравнению контролируемых параметров $h_1, h_2, \dots, h_n$ с предельно допустимыми значениями h_{min} и h_{max} , то есть

$$h_{min} < h_i < h_{max}, \quad i = \overline{1, n}$$

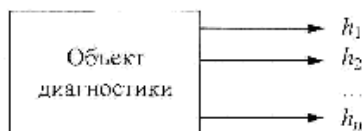


Рис. 11.14. Схема объекта

В этом случае система диагностики должна содержать дополнительные элементы памяти для запоминания поля допуска и элемент сравнения. Схема допускового контроля может быть построена по схеме, приведенной на рис. 11.15.

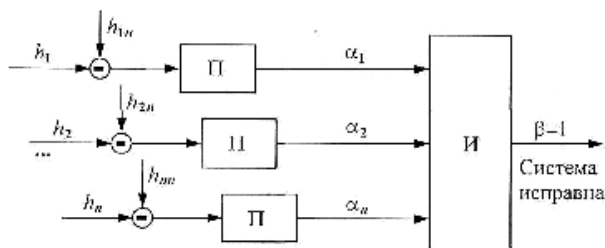


Рис. 11.15. Схема допускового контроля

На схеме

$$h_{in}=(h_{min}+h_{max})/2,$$

где h_{in} – номинальные значения контролируемых параметров; α_i – логические переменные (0 или 1), являющиеся выходами пороговых элементов «П», порог срабатывания которых равен

$$\Delta h_{in}=(h_{min}-h_{max})/2.$$

Сигнал β на выходе логического элемента «И» определяется уравнением

$$\beta = \alpha_1 \cap \alpha_2 \cap \dots \cap \alpha_n$$

и равен 1 тогда, когда все $\alpha_i=1$, $i=\overline{1,n}$. В этом случае все контролируемые параметры принадлежат своим полям допусков и диагностируемая система исправна.

Если хотя бы один из контролируемых параметров выходит из своего поля допуска, то соответствующая логическая переменная $\alpha=0$, тогда $\beta=0$, что говорит о неработоспособности системы.

Этот метод применим для диагностики как цифровых, так и аналоговых систем. Разница лишь в том, что в случае действия аналоговых сигналов в диагностируемой системе номинальные значения контролируемых параметров и пороги срабатывания задаются также в аналоговом виде в форме опорных напряжений (уставок).

В случае же диагностики цифровых устройств этот метод называют методом анализа логических состояний. Номинальные значения контролируемых параметров и пороги срабатывания здесь будут соответствовать некоторым разрешенным и запрещенным кодовым комбинациям. То есть в этом случае говорят не о поле допуска и выходе за него, а о разрешенных и запрещенных кодовых комбинациях.

Для того, чтобы отличить отказ от сбоя, в систему допускового контроля и диагностики должна быть введена временная задержка. В этом случае система диагностики не реагирует на сбои, которые, как правило, являются кратковременными.

В системах допускового контроля и диагностики могут применяться статистические процедуры принятия решения о нахождении контролируемых параметров в поле допуска.

Метод сравнения с эталоном основан на сравнении реакций на тестовые сигналы диагностируемой и эталонной систем. Схема диагностирования представлена на рис. 11.16.

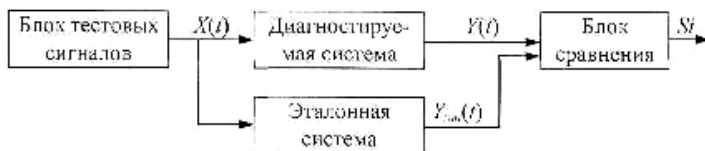


Рис. 11.16. Схема сравнения с эталоном

При технической реализации этого метода основная проблема заключается в создании эталонной системы. В принципе в качестве таковой может выступать система, аналогичная диагностируемой, факт работоспособности которой установлен заранее.

Обычно в качестве эталонной рассматривается некоторая упрощенная система. В этом случае эталонная система представляет собой некую имитационную модель, приближенно воспроизводящую характеристики исследуемой системы и ее выходные сигналы.

Условие работоспособности диагностируемой системы имеет вид:

$$|Y(t) - Y_{эм}(t)| \leq \Delta.$$

В этом выражении $Y(t)$ – реакция диагностируемой системы; $Y_{эм}(t)$ – реакция эталонной системы; Δ – допустимая величина рассогласования. Если указанное условие не выполняется, то это говорит об отказе или сбое в диагностируемой системе, так как эталонная система является более простой и, следовательно, более надежной.

Подача тестовых сигналов на входы диагностируемой и эталонной систем не является обязательной. В этом случае диагностируемая система функционирует в своем рабочем режиме, а эталонная система будет находиться в горячем резерве. При отказе диагностируемой системы ее функции может взять на себя эталонная система, однако, с некоторой потерей качества.

Метод мажоритарного контроля и диагностики иначе можно назвать методом «голосования». Этот метод применяется в мажоритарно резервированных системах, содержащих нечетное количество (обычно три) одинаковых устройств, выполняющих одни и те же информационные функции. Схема метода мажоритарного контроля и диагностики представлена на рис. 11.17.

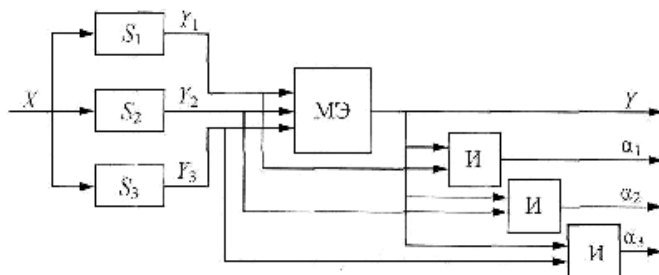


Рис. 11.17. Схема метода мажоритарного контроля и диагностики

На схеме S_1 , S_2 и S_3 – идентичные системы, которые необходимо диагностировать. МЭ – мажоритарный элемент, работающий по принципу «голосования» (по принципу большинства поступающих на него сигналов). На выходе мажоритарного элемента сигнал появляется лишь в том случае, если на выходах большинства диагностируемых систем S , сигналы совпадают. Логические схемы «И» сопоставляют сигнал с выхода мажоритарного элемента и сигналы с выходов диагностируемых систем S_i , $i=1, 2, 3$. Отсутствие сигнала на одной

из логических схем «И» говорит об отказе соответствующей системы S . Отказ мажоритарного элемента приводит к обнулению всех элементов «И». Данный метод применим в основном для контроля и диагностики цифровых систем, когда на выходе S_i имеют место некоторые кодовые комбинации и происходит сравнение каждого элемента такой комбинации. Однако, возможно применение метода и для аналоговых систем.

Метод контроля и диагностики с использованием корректирующих кодов применяется для оценки работоспособности цифровых систем передачи, обработки и хранения информации. Метод связан с введением информационной избыточности, которая используется как для обнаружения, так и для исправления ошибок в передаваемой, обрабатываемой или хранящейся информации. Находят применение различные корректирующие коды, простейшим из которых является код с контролем на четность, код Хэмминга и др.

На рис. 11.18 представлено схема реализации контроля на четность передаваемой кодовой комбинации.

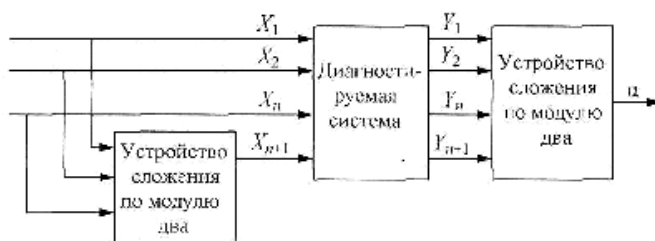


Рис. 11.18. Схема контроля

Предположим, что объектом диагноза является либо линия цифровой связи, либо устройство хранения информации. Передается n -разрядный двоичный код $X_1, X_2, \dots, X_n$. На входе диагностируемой системы происходит сложение передаваемого двоичного кода по модулю два. Причем, к этому n -разрядному двоичному коду добавляется еще один $(n+1)$ -й двоичный разряд X_{n+1} (проверочный разряд), который равен единице, если сумма первых n разрядов передаваемого двоичного кода по модулю два равна нулю и равен нулю, если сумма равна единице.

На выходе диагностируемой системы $(n+1)$ -разрядный двоичный код также складывается по модулю два. Если сигнал $a=1$, то число единиц в принятом двоичном коде является нечетным и, следовательно, n -разрядный двоичный код передан без ошибок. При этом предполагается, что поток ошибок является ординарным, то есть одновременное появление двух и более ошибок является маловероятным.

Если же сигнал $a=0$, то число единиц в принятом коде четно, а это говорит об ошибке при передаче информации. Корректирующий код Хэмминга используют для обнаружения и исправления одиночных ошибок. Схема технического устройства, реализующего код Хэмминга, изображена на рис. 11.19. В этом случае также вводится избыточность, путем добавления к передаваемому двоичному коду некоторого количества проверочных разрядов.

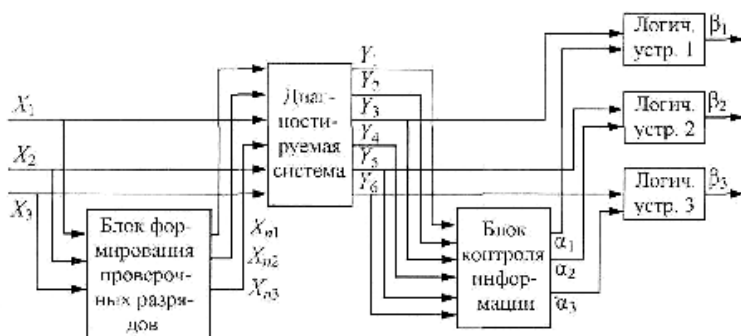


Рис. 11.19. Схема реализации кода Хэмминга

В кодовую комбинацию, поступающую на диагностируемую систему, помимо разрядов, несущих информацию X_1, X_2, X_3 включаются проверочные разряды X_{n1}, X_{n2}, X_{n3} , обычно занимающие 1, 2, 4, 8-ю и т. д. позиции в передаваемой кодовой комбинации $X_{n1}, X_{n2}, X_1, X_{n3}, X_2, X_3$. Содержимое проверочных разрядов определяется путем сложения по модулю два соответствующих информационных разрядов

$$X_{n1}=X_1 \oplus X_2; X_{n2}=X_1 \oplus X_3; X_{n3}=X_2 \oplus X_3,$$

где $\oplus$ – знак сложения по модулю два. Число проверочных разрядов k в передаваемой кодовой комбинации должно удовлетворять соотношению

$$2^k \geq n+k+1,$$

где n – количество информационных разрядов. Кодовая комбинация на выходе диагностируемой системы анализируется в блоке контроля информации. Такой анализ заключается в последовательной обработке k групп символов из всех $n+k$ разрядов. Сигнал $a_1=1$, если сумма разрядов Y_1 и Y_3 модулю два равна единице, что говорит об отсутствии ошибки в 1-м разряде передаваемой кодовой комбинации. Если сигнал $a_1=0$, то сумма соответствующих разрядов по модулю два равна нулю и в кодовой комбинации присутствует ошибка. Для сигналов a_2 и a_3 справедливы выражения

$$a_1=Y_2 \oplus Y_5; a_3=Y_4 \oplus Y_6.$$

Передаваемая информация принята без искажения, если справедливо условие

$$a_1=a_2=a_3=1.$$

В этом случае все разряды в передаваемой и принятой кодовых комбинациях совпадают. Исправление ошибок осуществляется в логических устройствах в соответствии со следующими уравнениями:

$$\beta_1 = Y_3 \oplus \overline{a_1}; \beta_2 = Y_5 \oplus \overline{a_2}; \beta_3 = Y_6 \oplus \overline{a_3}$$

Так, например, если $a_2=0$; $\overline{\alpha_2}=1$, что говорит об ошибке во втором информационном разряде, то $\beta_2=1$ и искаженное значение Y_5 заменяется на исправленное. В случае отсутствия ошибки, то есть при $a_2=1$ и $\beta_2=0$, соответствующее значение информационного разряда остается без изменений.

11.4. Диагностирование электрооборудования, электрических и электронных систем автомобиля

При техническом обслуживании автомобилей проверяют состояние и крепление генератора и стартера, а также подсоединенной к ним электропроводки. Периодически проверяют состояние и надежность крепления проводов, отсутствие их провисания, потерь токов.

Визуально проверяют состояние и надежность крепления соединительных колодок включателя «массы», датчиков спидометра, тахометра, соединительных колодок передних и задних фонарей, датчика включения контрольной лампы блокировки межосевого дифференциала. Провода, подходящие к соединительным колодкам и выводам, не должны быть оборваны, соединительные колодки не должны иметь повреждений. Колодки к передним и задним фонарям должны быть надежно соединены и закрыты резиновыми чехлами. Корпус и выводы датчика (включения механизма блокировки мостов) не должны иметь повреждений. Выводы проводов к датчикам спидометра и тахометра должны быть закрыты резиновыми чехлами.

Контроль параметров электрооборудования проводится, как правило, без снятия с автомобиля отдельных агрегатов и приборов. Устранение неисправностей в большинстве случаев заключается в определении (с помощью индикаторов или тестеров) мест обрыва или замыканий электрических цепей и их восстановлении путем подтяжки ослабленных соединений, зачистки, устранения обрывов или замыканий проводов и замены вышедших из строя элементов. Однако если на посту ТО нельзя убедиться в полной их исправности, необходимо снимать агрегаты и приборы для всестороннего контроля на специальных стендах.

В данном разделе в большинстве случаев приведены средства измерения раннего выпуска. Аналогичные средства последних выпусков приведены в табл. 2.1 и описаны в разделе 2.

11.4.1. Диагностирование стартерных аккумуляторных батарей

На автомобиль устанавливаются многие типы аккумуляторных батарей, например, типа 6СТ-55 или 6СТ-55А3. Аккумуляторная батарея 6СТ-55А3, в отличие от батареи 6СТ-55, поставляется на завод залитая электролитом и полностью заряженная и в процессе эксплуатации не требует доливки дистиллированной воды.

Стартерные свинцовые аккумуляторные батареи классифицируют по номинальному напряжению (6 и 12 В) и номинальной емкости. Условная отметка типа батареи (например, 6СТ-55А) содержит указание на количество последовательно соединенных элементов в батарее (3 или 6), которые характери-

зуют ее номинальное напряжение (6 или 12 В). Указание на назначение по функциональному признаку (СТ-стартерная), номинальной емкости в Ампер-часах (А·ч) и выполнению (например, А – с общей крышкой). Последний компонент в обозначении может отсутствовать.

Долговечность и надежность работы аккумуляторной батареи в значительной мере зависит от общего технического состояния автомобиля, от легкого пуска его двигателя с минимальной продолжительностью включения стартера. Минимальный срок службы аккумуляторных батарей при соблюдении правил ухода за ними и исправности электрооборудования автомобиля составляет 24 месяца, или 60 тыс. км пробега.

Изготавливают батареи с плотностью электролита 1,26 г/см³ (при 25 °С). В табл. 11.9 приведена зависимость заряженности батареи от плотности электролита. Если температура электролита выше или ниже 15 °С, вводится соответствующая поправка, то есть плотность электролита приводится к его плотности при температуре +15 °С. При повышении температуры на каждые 15 °С плотность уменьшается приблизительно на 0,01 г/см³, а при понижении на каждые 15 °С – увеличивается на 0,01 г/см³. Далее приведены поправки к показаниям денсиметра при соответствующей температуре:

– температура, град.:	45	30	15	0	-15	-30	-45
– поправка, г/см ³ :	+0,02	+0,01	0	-0,01	-0,02	-0,03	-0,04

Таблица 11.9

Зависимость заряженности батареи от плотности электролита

Состояние батареи	Плотность, г/см ³				
Полностью заряжена	1,30	1,28	1,26	1,24	1,22
Разряжена на 25 %	1,26	1,24	1,22	1,20	1,18
Разряжена на 50 %	1,22	1,20	1,18	1,16	1,14

При установке новых аккумуляторных батарей надо иметь в виду, что выпускаемые батареи могут быть сухозаряженные, в которые при вводе в эксплуатацию необходимо будет только залить электролит, и не заряженные, которые после заливки электролита требуют проведения цикла зарядки.

Заряжать батареи следует после выдержки в течение 2-3 часов после заливки электролита. Плюсовую клемму аккумуляторной батареи присоединяют к плюсовому полюсу источника постоянного тока, а отрицательную – к отрицательному. Заряд должен осуществляться током 6 А. В случае необходимости допускается ускоренный заряд батарей двухступенчатым режимом. При первой ступени заряда ток в 1,5 раза больше. Заряд первой ступени ведут до тех пор, пока напряжение на каждом аккумуляторе батареи не достигнет 2,4 В. При переходе на заряд второй ступени ток надо снизить до нормы. Батарею можно включать на заряд, если температура электролита не выше 30 °С. Заряд ведут до тех пор, пока не наступит обильное газовыделение – «кипение» во всех аккумуляторах, а напряжение и плотность электролита будут оставаться постоянными в течение 2 часов подряд, что служит признаком конца заряда. Температура электролита во время заряда не должна превышать более 45 °С. В случае превышения температуры электролита необходимо уменьшить заряд-

ный ток.

Не следует допускать большой разрядный ток (при пуске холодного двигателя зимой), так как это приводит к короблению пластин аккумуляторов, выпадению их активной массы и к сокращению срока службы аккумуляторных батарей. Стартер необходимо включать на короткое время – не более 5-10 с, с интервалом не менее 20-30 с.

Выходными диагностическими параметрами АКБ являются напряжение на ее клеммах под нагрузкой, стартовая мощность и разрядная емкость батареи. Для оценки технического состояния АКБ применяются различные методы диагностирования: внешний осмотр, измерение плотности и уровня электролита, измерение напряжения на банках аккумулятора, проведение контрольных разрядов, снятие разрядных характеристик. Перечисленные методы применяются в комплексе, уточняют и дополняют один другого.

Внешний осмотр позволяет обнаружить целый ряд неисправностей АКБ: окисление внешних выводов, трещины в мастике и крышках, сульфатацию и разрушение пластин, сниженный уровень электролита, крепление батареи в гнезде, частоты вентиляционных отверстий, состояние штырей и зажимов. При визуальном контроле во время заряда исправной АКБ должна наблюдаться одинаковая интенсивность газообразования во всех банках батареи. Если это не так, АКБ неисправна. Результаты внешнего осмотра и контроля заряда позволяют сделать качественную оценку состояния АКБ. Уровень электролита должен быть на 10-15 мм выше предохранительного щитка, установленного над сепаратором.

Для облегчения контроля уровня электролита заливные горловины батареи имеют специальные отверстия-тубусы, находящиеся ниже резьбового отверстия под пробки. Для определения уровня электролита в аккумуляторах необходимо вывернуть пробки заливных горловин. Уровень электролита считается достаточным, если он касается нижнего торца тубуса горловины.

Если уровень электролита ниже указанного, то следует долить дистиллированную воду. Электролит необходимо доливать только в тех случаях, когда известно, что его уровень понизился в результате выплескивания.

Если уровень электролита выше нормы, его избыток можно уменьшить с помощью резиновой груши, так как чрезмерное количество электролита может привести к его выплескиванию и коррозии выводов и деталей крепления батареи.

При понижении уровня электролита доливают дистиллированную воду, так как она испаряется быстрее, чем кислота. Плотность электролита контролируют ареометром, помещенным в стеклянную трубку с резиновой грушей для всасывания электролита, Разница в плотности отдельных банок батареи не должна быть более $0,01 \text{ г/см}^3$. Уменьшение плотности электролита на $0,01 \text{ г/см}^3$ соответствует разряду аккумуляторной батареи примерно на 6%.

Возможные неисправности АКБ, их причины и методы устранения приведены в табл. 11.4.

По результатам измерения плотности АКБ автомобилей, разряженные более чем на 25% зимой и на 50% летом, направляются на дозарядку. После заряда плотность электролита доводят до нормы доливкой дистиллированной

воды или электролита плотностью $1,4 \text{ г/см}^3$. Изменение плотности электролита является одним из основных показателей степени разряда аккумуляторной батареи.

Разряд исправной АКБ во время ее эксплуатации происходит вследствие нарушения зарядного баланса АКБ. При этом происходит глубокий разряд аккумуляторов, что может привести к необратимым процессам и разрушению АКБ.

При нормальной эксплуатации автомобиля АКБ заряжается автоматически. Если аккумуляторная батарея постепенно разряжается или чрезмерно заряжается и электролит начинает «кипеть», необходимо проверить работу генератора и реле-регулятора.

Важным для эксплуатации показателем является «резервная емкость». По этому показателю можно оценивать способность АКБ по обеспечению необходимого минимума электрической нагрузки на автомобиле в случае выхода из строя генератора. Минимум электрической нагрузки состоит из токов, которые потребляются системами зажигания и освещения, стеклоочистителем и контрольно-измерительными приборами в режиме движения «зима, ночь» и составляет величину порядка 25 А. Резервная емкость определяется временем разряда (в минутах) полностью заряженной АКБ при температуре $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$ током величиной $(25 \pm 5) \text{ А}$ до конечного напряжения на аккумуляторе, равного 10,5 В.

Нормативный показатель «резервная емкость» обеспечивает большую точность. Резервная емкость определяется временем разряда в минутах полностью заряженной АКБ при температуре $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$ током величиной $(25 \pm 5) \text{ А}$ до конечного напряжения на аккумуляторе, равного 10,5 В в режиме испытаний, соответствующей условиям эксплуатации ее на автомобиле.

Работоспособность (напряжение батареи под нагрузкой) АКБ проверяют нагрузочной вилкой или пробником. Если аккумулятор исправен и заряжен, то напряжение в конце пятой секунды остается неизменным в пределах 1,7-1,8 В. При снижении за это же время напряжения аккумулятора до 1,4-1,5 В батарея требует заряда или ремонта.

Если аккумуляторные батареи имеют защитное покрытие кислотоупорной мастикой всех соединительных пластин внутренних аккумуляторов, то их работоспособность проверяют по падению напряжения при пуске двигателя стартером, которое для исправного состояния должно быть не ниже 10,2 В.

Наиболее трудноустранимой неисправностью является сульфатация, которая заключается в покрытии поверхности активного слоя пластин крупными кристаллами сернокислого свинца PbSO_4 в результате понижения уровня электролита, длительного хранения аккумулятора без дозаряда, высокой плотности электролита, эксплуатации сильно разряженной батареи и чрезмерного пользования стартером. Неглубокая сульфатация пластин может быть снята путем продолжительного заряда аккумулятора малой силой тока (не более 0,04 от емкости аккумулятора) при низкой плотности электролита (не более $1,11 \text{ г/см}^3$).

Короткое замыкание пластин в аккумуляторе возникает при выпадении из пластин на дно банок большого количества активной массы (шлама). Выпа-

дение активной массы приводит также к понижению емкости батареи. В процессе эксплуатации возникают трещины стенок банок, происходит снижение уровня электролита и его плотности.

Средства измерения и контроля. Измерение плотности электролита в банках АКБ контролируют с помощью денсиметра (ареометра) при температуре 15 °С. Такая проверка позволяет непрямо оценить степень разряженности аккумуляторов (табл. 11.10).

Таблица 11.10

Нормативные значения плотности электролита

Климатическая зона эксплуатации	Пора года	Плотность номинальная, г/см ³	Разряженность, г/см ³	
			25 %	50 %
Холодные районы	Зимой	1,31	1,27	1,23
	Летом	1,27	1,23	1,19
Средняя полоса	На протяжении года	1,29	1,25	1,21
Южные районы	На протяжении года	1,25	1,21	1,17

Если при измерении плотности электролита его температура отличается от 15 °С, то в величину плотности необходимо внести поправки, связанные с изменением плотности электролита в зависимости от температуры.

При температуре электролита выше 15 °С поправку необходимо прибавлять к показаниям ареометра, а при температуре ниже 15 °С – вычитать. Плотность электролита в отдельных элементах исправной батареи не должна отличаться больше, чем на 0,01 г/см³.

Измеряется плотность с помощью специального прибора денсиметра (рис. 11.20, а) или плотномера КИ-13951 (рис. 11.20, б). Денсиметр состоит из ареометра 3, помещенного в стеклянную пипетку 2, снабженную резиновой грушей 1 и пластмассовым наконечником 5. Ареометр имеет шкалу, проградуированную от 1,1 до 1,4 г/см³. Плотномер предназначен для экспресс-оценки плотности электролита. В его прозрачном корпусе 6 находятся шесть цилиндрических поплавков 7 разной массы, рассчитанных на различные значения плотности: 1,19; 1,21; 1,23; 1,25; 1,27; 1,29 г/см³. Плотность электролита определяется по всплывшему поплавку с наибольшей массой.

Полученное значение необходимо привести к значению плотности при 25 °С. Для этого на каждый градус разницы температур электролита вводится поправка 0,0007 г/см³. При температуре электролита выше 25 °С поправка прибавляется, а при температуре ниже

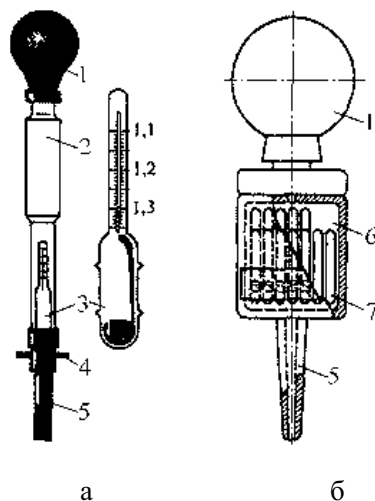


Рис. 11.20. Денсиметр (а) и плотномер КИ-13951 (б):

- 1 – резиновая груша; 2 – пипетка;
- 3 – ареометр; 4 – резиновая пробка;
- 5 – наконечник; 6 – прозрачный корпус; 7 – поплавок

25 °С – вычитается.

Степень разряженности аккумуляторной батареи в процентах вычисляется по формуле

$$\Delta Q = \frac{\rho_{\text{зар}} - \rho_{\text{изм}}}{\rho_{\text{зар}} - \rho_{\text{разр}}} \cdot 100,$$

где $\rho_{\text{зар}}$, $\rho_{\text{разр}}$ – соответственно плотность электролита полностью заряженной и разряженной батареи, г/см³; $\rho_{\text{изм}}$ – измеренная плотность, г/см³.

По значениям плотности электролита γ можно непрямо определить величину электродвижущей силы (ЭДС), которая образуется каждой банкой батареи, по эмпирической формуле $E=0,84+\gamma$.

Если действительное напряжение АКБ, измеренное вольтметром, окажется ниже расчетного, это свидетельствует о неисправности АКБ (осыпание активной массы, коротко замкнутые пластины разной полярности).

В необслуживаемых АКБ на верхней крышке размещен встроенный ареометр индикаторного типа. Зеленый цвет индикатора свидетельствует о нормальном уровне электролита в банках батареи и о ее заряде выше 65%. Черный указывает на недозаряженность АКБ (ниже 65%) при нормальном уровне электролита в банках, светлый – на низкий уровень электролита.

Измерение напряжения на банках АКБ под нагрузкой выполняют с помощью нагрузочной вилки. Напряжение на клеммах аккумуляторов заряженной батареи должно быть не меньше 1,8 В на протяжении 5 с процесса измерения. Для адекватной оценки состояния АКБ при таком диагностировании надо обеспечить определенное значение тока разряда (подобрать соответствующее сопротивление нагрузочной вилки). Разница напряжений на клеммах отдельных банок батареи не должна превышать 0,2 В. При большей разнице напряжений в эксплуатационных условиях происходит инверсный заряд отдельных банок и напряжение АКБ резко снижается. По величине напряжения определяют степень разряженности каждого аккумулятора батареи:

- напряжение, В	1,7-1,8	1,6-1,7	1,5-1,6	1,4-1,5	1,3-1,4
- степень разряженности, %	0	25	50	75	100

Напряжение аккумуляторной батареи, имеющей внешние межэлементные соединения, можно определить нагрузочной вилкой или пробником, принцип действия которых одинаков, с различием пределов величин и измерений. Внутри защитного кожуха вилки расположены два нагрузочных резистора: 0,013-0,020 и 0,010-0,012 Ом. Первый предназначен для проверки аккумуляторных батарей емкостью (42-64) А, а второй – (70-100) А·ч. При параллельном включении обоих нагрузочных резисторов проверяют батареи емкостью (100-135) А·ч. Включение резисторов осуществляется закручиванием до упора гайки. Проверку необходимо проводить при закрытых пробках, чтобы предупредить возможность вспышки выделяющихся из батарей газов.

Для облегчения пользования нагрузочной вилкой на шкале вольтметра могут быть нанесены три цветные зоны, которые обозначают: зеленая – аккумулятор исправен и заряжен; желтая – аккумулятор требует зарядки; красная – аккумулятор требует зарядки или ремонта.

Если при хорошо заряженной аккумуляторной батарее амперметр пока-

зывает большой зарядный ток и в аккумуляторах электролит бурно кипит, это указывает на неисправность реле-регулятора, и его надо заменить.

Контрольный разряд АКБ производят с целью определения ее фактической емкости. Для этого полностью заряжают АКБ и разряжают ее током, составляющим 10% от номинальной емкости батареи. Разряд останавливают, когда на клеммах худшей банки напряжение снизится до 1,7 В (на всей АКБ до 10,2 В). По времени контрольного разряда судят о состоянии АКБ. Для исправных АКБ (имеющих емкость, близкую к номинальной) это время должно быть не меньше 7,5 ч при плотности электролита $\gamma=1,29$ г/см³; 6,5 ч при $\gamma=1,27$ г/см³; 5,5 ч при $\gamma=1,25$ г/см³. Исправные АКБ после контрольного разряда заряжают и направляют в эксплуатацию или на хранение, а неисправные – в ремонт или на утилизацию.

Для точного определения фактической емкости АКБ производят двадцатичасовой их разряд (в соответствии со стандартом). Для этого заряженную АКБ номинальной емкости C_{20} разряжают стабильным током $I_p=C_{20}/20$, регистрируя при этом время разряда t_p (на момент снижения напряжения на банку до 1,7 В). Фактическая разрядная емкость АКБ по результатам измерений определяется по формуле $C=I_p t_p$.

Комплект аккумуляторщика Э-412 предназначен для обслуживания стартерных аккумуляторных батарей емкостью от 45 до 190 А·ч, плотностью электролита от 1,19 до 1,31 г/см³ и номинальным напряжением 12 В. Комплект переносного типа и состоит из аккумуляторного пробника Э-107, плотномера ПЭ-2 или ПЭ-1, полиэтиленовой емкости на 2,5 л, двух гаечных ключей, стеклянной трубки для определения уровня электролита, груши для отсоса электролита.

Комплект аккумуляторщика Э-412 предназначен для проведения следующих операций:

- измерение напряжения АКБ как без нагрузки, так и с нагрузкой;
- определение плотности электролита;
- корректировка уровня электролита;
- снятие наконечников проводов и выводов АКБ;
- установка и извлечение батареи из гнезда автомобиля.

Габаритные размеры 320×210×300 мм; масса – не более 6,5 кг.

Отечественные и зарубежные фирмы, например, «Автоэлектрика», BOSCH, АВЕСТА и др., выпускают целую гамму пуско-зарядных диагностических приборов, которые обеспечивают выполнение следующих операций:

- зарядку АКБ с автоматическим циклом заряда;
- поддержание работоспособности АКБ при хранении;
- контроль уровня заряда АКБ;
- проверку работоспособности генераторной установки, регулятора напряжения и стартера;
- запуск двигателя при разряженной АКБ.

У аналогичных приборов имеется возможность подключения принтера для документированной распечатки параметров АКБ при контроле.

Оперативное определение емкости и стартовой мощности АКБ при кратковременном разряде можно только при значительной ее нагрузке. При этом

регистрируется динамика падения напряжения на клеммах АКБ. Для реализации таких методов экстренной диагностики используются микропроцессорные тестеры АКБ, которые базируются на мощных стабилизаторах тока с цифровыми измерителями текущих значений напряжения.

11.4.2. Диагностирование и регулирование стартеров

В процессе эксплуатации в стартере возникают главным образом механические неисправности привода, связанные с пробуксовкой муфты свободного хода, износом или заклиниванием шестерни. Реже встречаются неисправности электрических цепей, обусловленные окислением силовых контактов и контактов реле, обрывом обмоток, замазливанием коллектора, износом щеток.

Диагностирование стартера начинают с внешнего осмотра на соответствие требованиям технической эксплуатационной документации. Характеристики стартеров, устанавливаемых на автомобили ГАЗ, ЗИЛ, ВАЗ, КамАЗ, МАЗ, КраЗ представлены в табл. 11.11. Параметры проверки автомобильных стартеров приведены в табл. 11.12.

Таблица 11.11

Характеристики стартеров

Показатели	Стартер			
	СТ-230	СТ-221	СТ-142	СТ-103
Установлен на автомобиле	ГАЗ-3110, ГАЗ-53-12, ЗИЛ-431410	ВАЗ	КамАЗ	МАЗ, КраЗ
Номинальное напряжение, В	12	12	24	24
Номинальная мощность, кВт (л.с.)	1,0 (1,4)	1,25 (1,7)	7,7 (10,5)	7,0 (9,5)
Режим холостого хода: – величина потребляемого тока, А; – частота вращения вала, мин ⁻¹ ; – напряжение, В	85 4000 12	35 5000 11,5	130 – 24	110 5000 24
Режим полного торможения: – величина тока, А; – вращающий момент, Н·м (кгс·м); – напряжение, В	530 22,1 (2,25) 7	500 13,7 (1,4) 6,5	800 49 (5,0) 8	825 58,8 (6,0) 7
Минимальная высота щеток, мм	6	12	13	15
Усилие пружины, Н (гс)	8,3-13,7 (850-1400)	8,8-10,8 (900-1100)	14,7-19,6 (1500-2000)	12,3-17,2 (1250-1750)
Тип тягового реле и реле включения	РС-230, РС-507	РС-221	РС-142	РС-103
Сопrotивление катушки обмотки возбуждения, Ом	–	2,4	–	–

Показатели	Стартер			
	СТ-230	СТ-221	СТ-142	СТ-103
Сопротивление обмотки втягивающего реле, Ом	0,35	0,4	–	0,9
Сопротивление удерживающей обмотки реле, Ом	1,11	–	–	5,0

Непосредственно на автомобиле у стартера проверяют только величину потребляемого тока в режиме полного торможения, которая увеличивается при замыкании цепей стартера на массу и уменьшается при окислении (повышении сопротивления) контактов, щеток и коллекторов.

Осмотр и проверку стартера производят в следующем порядке.

1. Осмотр корпуса стартера, удаление грязи и медно-графитовой пыли с внутренней поверхности.

2. Проверка состояния изоляции катушек обмотки возбуждения, а также отсутствия в них обрывов и замыканий. Снятие и замену неисправностей катушек обмотки возбуждения производить в следующем порядке:

- отвернуть с помощью пресс-отвертки четыре полюсных винта и вынуть полюса, предварительно отметив на полюсах и корпусе места их расположения;

- вынуть катушки возбуждения из корпуса.

Установку новых катушек возбуждения необходимо производить в обратном порядке с учетом следующего:

- опустить полюсные винты перед установкой в натуральную олифу;
- установить полюса с катушками строго по меткам и, разведя их по диаметру, закрепить полюсными винтами;
- установить и зачеканить винты по шлицу после затяжки винтов.

3. Проверить состояние щеток и легкость их перемещения в щеткодержателях. Щетки, имеющие высоту 6-7 мм, заменить.

4. Осмотреть и проверить состояние обмотки якоря и рабочей поверхности коллектора.

Биеение коллектора по отношению к цапфам вала не должно превышать 0,05 мм. Гладкая блестящая пленка цвета побежалости на поверхности коллектора свидетельствует о нормальной работе коллектора и щеток.

5. Проверить усилие прижатия щеток пружинами. Усилие прижатия щеток проверять динамометром. Оно должно быть в пределах 10-14 Н. Регулировку производить закручиванием или раскручиванием пружины. Повышенное усилие приводит к преждевременному износу щеток, а пониженное – к заклиниванию щеток и потере мощности стартера.

6. Проверить состояние контактов тягового реле стартера. При значительном подгорании контактов зачистить их мелкой шлифовальной шкуркой. При износе в месте соприкосновения с контактным диском развернуть контакты на угол 180°.

7. Осмотреть привод и при наличии забоин на заходной части зубьев ше-

Таблица 11.12

Параметры проверки автомобильных стартеров

Тип стартера	Номинальное напряжение, В	Номинальная мощность, кВт / л.с., при частоте вращения, мин ⁻¹	Холодный ход		Режим торможения		Шестерня привода		Устанавливается на автомобили
			Потребляемый ток не более, А	Частота вращения не более, мин ⁻¹ , А	Тормозной момент, Н·м	Потребляемый ток не более, А	Модуль	Число зубьев	
Ст 103А-01	24	8,0 / 11,0 / 1200	110	5000	58,8	830	4,25	11	С двигателями ЯМЗ-236, ЯМЗ-238, ЯМЗ-240, МАЗ
Ст 117А	12	1,32 / 1,8	85	5000	16,6	550	2,5	9	«Москвич» и его модификации
Ст 130А1	12	1,2 / 1,6	80	4000	30,0	650	3,0	9	ЗИЛ-130, Урал 3-377
Ст 142	24	7,7 / 10,5 / 1500	130	—	50,0	800	4,25	10	С двигателями КамАЗ-740
Ст 142Б	24	7,7 / 10,5 / 1500	130	—	50,0	800	3,75	10	ЗИЛ-133
Ст 221	12	1,3 / 1,8	35	5000 ± 500	13,7	500	2,11	11	ВАЗ
Ст 230А, Б	12	1,5 / 2,0	85	4000	22,0	500	2,5	9	ГАЗ-53А, ГАЗ-66, ГАЗ-24, ПАЗ-672, УАЗ-469, УАЗ-451, УАЗ-452
Ст 354	12	0,6 / 0,8	55	3500	8,7	230	2,5	9	С двигателями МеМЗ

стерни подшлифовать тонким шлифовальным кругом малого диаметра.

При включении стартера привод должен перемещаться по резьбе вала якоря без заеданий и возвращаться в исходное положение под действием возвратной пружины. Шестерня привода должна свободно от руки проворачиваться по часовой стрелке на валу якоря, а при обратном вращении должна вращаться вместе с валом якоря.

Выходными диагностическими параметрами стартера являются: потребляемый ток I_{XX} и частота вращения привода n_{XX} , которые измеряются в режиме холостого хода; ток якоря $I_{ПТ}$ и момент $M_{ПТ}$ – в режиме полного торможения. Измерение этих параметров выполняют на стационарных испытательных стендах или стендах комплексных проверок. Процесс диагностирования стартера на стенде заключается в сравнении измеренных значений параметров (показания амперметра, тахометра, измерителя момента) с паспортными характеристиками стартера.

При проверке стартера на стенде по схеме согласно рис. 11.21 используется хорошо заряженная аккумуляторная батарея, вольтметр постоянного тока со шкалой 0-30 В, амперметр с шунтом до 100 А, тахометр и динамометр. Температура стартера должна быть $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$, а щетки должны быть хорошо притерты к коллектору.

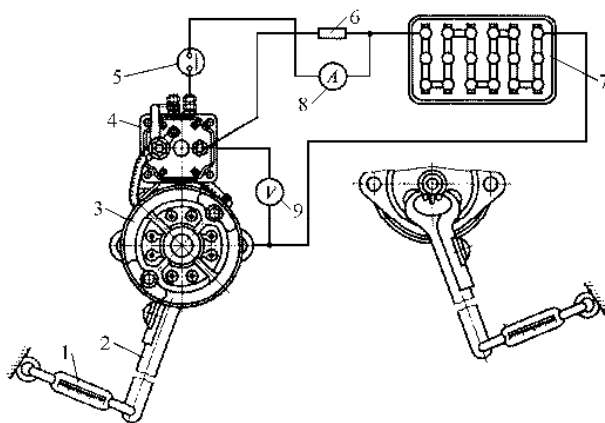


**Рис. 11.21. Электрическая схема включения стартера
для проверки его работы:**

1 – динамометр; 2 – тормозной рычаг; 3 – стартер; 4 – электромагнитное тяговое реле; 5 – кнопочный выключатель; 6 – шунт амперметра; 7 – аккумуляторная батарея; 8 – амперметр; 9 – вольтметр

Для испытания на холостом ходу стартер устанавливают на специальный стенд или зажимают в тисках. Присоединительные провода к батарее, к шунту амперметра и стартеру должны иметь сечение не менее 16 мм. При напряжении на выводах 12 В исправный стартер должен потреблять ток не больше 110 А, угловая скорость якоря должна быть не менее 400 рад/с. Повышенный потребляемый ток, пониженное число оборотов, а также шум во время работы свидетельствуют об электрических и механических неисправностях стартера в

результате неправильной сборки, замыкания обмотки якоря на корпус или замыкания между витками. Малый потребляемый ток и пониженное число оборотов при нормальном напряжении на клеммах стартера наблюдаются при плохом контакте в соединениях проводов или слабом прижиме пружин щеток.

Для испытания стартера в режиме полного торможения электрическая схема соединений стартера остается такой же, как показано на рис. 10.42. На шестерню привода стартера надевают зажимное приспособление с рычагом, связанное с динамометром и служащее для создания крутящего момента. При испытании стартер включают не более, чем на 4-5 с во избежание его перегрева и повреждений. Тормозной момент определяется произведением показания динамометра в Ньютонах на длину рычага в метрах, то есть Ньютоно-метрах. У исправного стартера при напряжении на выводах 12 В и токе не более 500 А крутящий момент должен быть не менее 13,7 Н·м. Если при испытании происходит проворачивание вала якоря, необходимо исправить или заменить муфту свободного хода привода стартера. Если потребляемый ток выше 500 А, а тормозной момент ниже 13,7 Н·м, это указывает на неисправность обмотки якоря или обмотки возбуждения. Если величины тормозного момента и тока, потребляемого стартером, ниже нормальных (при нормальном напряжении на выводах стартера), это свидетельствует о плохих контактах внутри стартера или о слабом натяжении пружин щеток. Если эти величины ниже нормальных (при пониженном напряжении на зажимах стартера), значит плохой контакт в проводах или неисправна аккумуляторная батарея.

Проверку напряжения включения тягового реле производят с помощью включаемого в его цепь реостата. Постепенно уменьшая сопротивление, определяют по вольтметру напряжение, при котором замыкаются главные контакты реле, оно должно быть не более 9 В. Повышенное напряжение указывает на то, что неисправны обмотки реле или есть механические повреждения в системе привода стартера. С помощью контрольной лампы проверяют, не замыкаются ли на корпус выводы на крышке реле.

При диагностировании системы пуска определяют частоту оборотов коленчатого вала, значение крутящего момента на валу стартера, мощность, потребляемую стартером в режиме полного торможения, для чего в автомобиле включают прямую передачу и затормаживают машину. Прибором КИ-11140 измеряют ток $I_{СТ}$ в цепи стартера и напряжение $U_{СТ}$ на его клеммах в течение 10 секунд. Нормативные значения этих параметров для некоторых типов стартеров приведены в табл. 11.13.

Таблица 11.13

Номинальные параметры стартерной цепи

Тип стартера	Напряжение на клеммах, $U_{ном}$, В	Потребляемый ток, $I_{ном}$, А
СТ 103 А	7,0	825
СТ 130	9,0	250
СТ 142	18	800
СТ 230 К	9	650
СТ 212 А	7	1450
СТ 353	8,5	230

Увеличение силы тока I_{XX} и уменьшение частоты вращения n_{XX} по сравнению с паспортными данными свидетельствует о неисправности, связанной с механическими и электрическими потерями: ослабление крепления крышек, что вызывает перекося вала якоря; выгибание вала; замыкание пластин коллектора угольной пылью изнашиваемых щеток. Подтверждение диагноза получают при разборке стартера, внешнем осмотре и испытании.

Чрезмерная сила тока $I_{ПТ}$ и меньший крутящий момент $M_{ПТ}$ наблюдаются при замыканиях в электрических цепях: проводников обмотки якоря между собой или на корпус, между витками в катушках обмотки возбуждения, пластин коллектора между собой, изолированных щеткодержателей на корпус.

Недостаточный момент $M_{ПТ}$ и недостаточная сила тока $I_{ПТ}$ свидетельствуют о повышении сопротивления электрических цепей и могут быть вызваны заеданием или износом щеток, окислением или замасливанием коллектора, ослаблением прижимных пружин щеткодержателей, окислением или коррозией поверхностей силовых контактов тягового реле.

На испытательном стенде также проверяют муфту свободного хода на пробуксовку при полном торможении шестерни стартера.

Неисправности, связанные с нарушением электрических цепей обмоток обнаруживаются (подтверждаются) с помощью диагностических приборов.

Обрывы и замыкания на корпус обмоток стартера обнаруживают прозвонкой цепей пробником или омметром. Замыкание между витками обмоток тягового реле определяют измерением сопротивления обмоток и сравнением измеренных значений с паспортными данными (омметр). Чтобы обнаружить замыкания между проводниками якорной обмотки или пластинами коллектора используют специализированные дефектоскопы типа ППЯ.

После разборки стартера проверяются его структурные параметры. Износ щеток коллекторного узла не должен превышать 40% от начальных размеров, обусловленных нормативными документами. Давление прижимных пружин щеток определяют с помощью динамометра. Усилие отрыва щетки от поверхности коллектора для стартеров разных конструкций составляет 7,5-20 Н. Осевой люфт вала якоря не должен превышать 0,7-1,0 мм (в зависимости от конструкции механизма привода). Чрезмерный люфт устраняют установкой шайб между передней крышкой и упорным кольцом. Ход шестерни привода и состояние пружины, возвращающей механизм привода в исходное положение, проверяют принудительным перемещением шестерни вдоль оси, наблюдая ее свободное возвращение (испытание).

Износ подшипников крепления вала определяют по радиальному люфту (испытанием). Внешним признаком значительного износа подшипников стартера в собранном состоянии является усложненное его проворачивание. После обнаружения и устранения перечисленных неисправностей стартер собирают и регулируют.

Регулировка стартера. При включении стартера привод должен перемещаться по резьбе вала якоря без заеданий и возвращаться в исходное положение под действием возвратной пружины. Шестерня привода должна свободно от руки проворачиваться по часовой стрелке на валу якоря, а при обратном вращении должна вращаться вместе с валом якоря.

Осовой зазор якоря устанавливают с помощью регулировочных шайб, расположенных на шейке вала со стороны коллектора, он должен быть не более 0,7 мм.

Регулировка стартера состоит в согласовании моментов зацепления шестерни с зубцами маховика и замыкания силовых контактов тягового реле. Положение шестерни нормируется двумя установочными размерами – в начальном положении (размер «А») и в конечном положении шестерни на момент замыкания силовых контактов (вылет шестерни, размер «В»). Установочные размеры и способы их регулировки для стартеров разной конструкции показаны на рис. 11.22.

Нормированные значения установочных размеров в зависимости от типа стартера составляют: $A=(32...45,9)$ мм, $B=(1...4,9)$ мм. Для отдельных типов стартеров (СТ 221) регулирование привода не предусмотрено.

Момент замыкания силовых контактов тягового реле по установочному размеру «В» регистрируется с помощью контрольной лампочки. После замыкания силовых контактов происходит дальнейшее движение шестерни в пределах сжатия пружины контактного диска (расстояние до упорной шайбы).

По результатам проведенных измерений оценивают состояние системы пуска. Если $I_{СТ} < I_{НОМ}$ и $U_{СТ} < U_{НОМ}$, аккумуляторная батарея разряжена. Если $I_{СТ} < I_{НОМ}$, а $U_{СТ} > U_{НОМ}$, сопротивление в цепи стартера повышено. Причинами могут быть плохой контакт щеток с коллектором, ослабление крепления выводов обмоток стартера, нарушение внешних и внутренних контактов тягового реле.

Зависимость между перечисленными параметрами определяется рабочими характеристиками стартера. Измерения крутящего момента стартера на борту автомобиля без использования специальной измерительной системы невозможно, поэтому основным признаком при оценке состояния системы является частота проворачивания коленчатого вала двигателя.

Обмотку якоря проверяют на отсутствие обрыва и короткого межвиткового замыкания (рис. 11.23, а) на приборе Э-236 или другом индукционном приборе для проверки якорей (ППЯ). Поворачивая якорь (щупы индикатора неподвижны), определяют обрыв в секции (стрелка индикатора не отклоняется). Показание миллиамперметра на короткозамкнутой секции будет значительно меньше, чем на исправных. В случае замыкания пластин коллектора

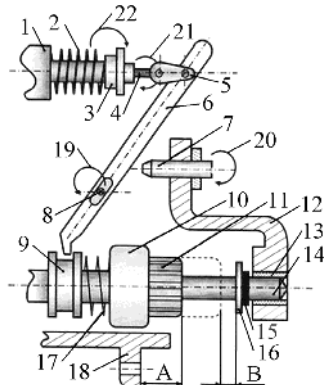


Рис. 11.22. Схема выполнения операций регулировки стартеров:

1 – тяговое реле; 2 – пружина, возвращающая якорь реле; 3 – регулировочная гайка; 4 – регулировочный шток; 5 – серьга; 6 – рычаг привода; 7 – регулировочный винт; 8 – регулировочный эксцентрик; 9 – поводковая муфта; 10 – муфта свободного хода; 11 – шестерня привода; 12 – передняя крышка; 13 – подшипник; 14 – вал электродвигателя; 15 – прокладка; 16 – упорная шайба; 17 – буферная пружина; 18 – фланцевый отлив с установочным отверстием; 19 – установка В (СТ 230, СТ 142); 20 – установка А (СТ 130); 21 – установка В (СТ 130); 22 – установка В (СТ 230)

между собой стрелка индикатора остается на нуле. Короткозамкнутую секцию обмотки якоря на приборе ППЯ можно определить с помощью стальной пластины (см. рис. 11.23, б). При наличии короткозамкнутых витков стальная пластина, находящаяся над пазом, начинает вибрировать. При коротком замыкании или обрыве обмотки якорь заменяют. Короткое замыкание обмотки якоря или обмотки статора на массу можно также определить мегомметром или с помощью лампы, питаемой напряжением 12 В. Напряжение на лампу подводится к пластинам коллектора и к сердечнику якоря в первом случае и к общему выводу обмотки и к корпусу стартера во втором. Если лампа горит, а мегомметр показывает сопротивление меньше 10 кОм, – имеется короткое замыкание и указанные узлы необходимо заменить. Если короткое замыкание обмотки возбуждения возникло вследствие повреждения изоляции катушек, то необходима полная разборка корпуса со снятием обмотки возбуждения.

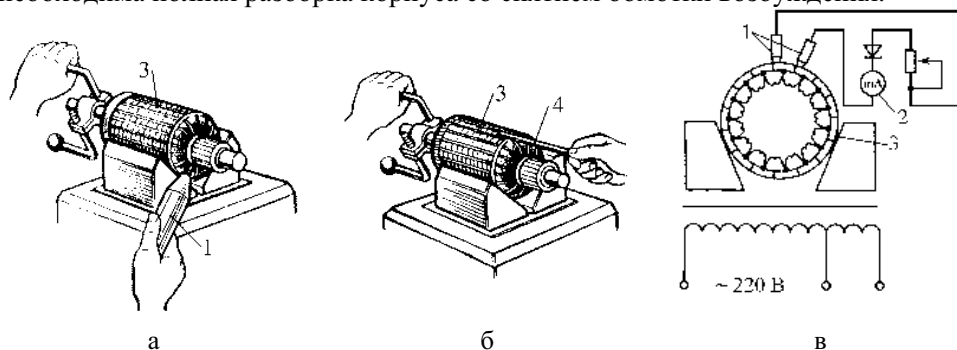


Рис. 11.23. Проверка обмотки якоря на обрыв и короткое замыкание (а), короткое замыкание секции (б) и схема проверки обмотки якоря на приборе ППЯ (в):

1 – щупы; 2 – индикатор (миллиамперметр); 3 – якорь; 4 – стальная пластина

После сборки стартера необходимо проверить и отрегулировать осевой зазор якоря. Осевой зазор якоря устанавливается с помощью регулировочных шайб, расположенных на шейке вала со стороны коллектора, и должен быть не более 0,7 мм. На специальном стенде проверяют нормативные величины крутящего момента, потребляемого тока в рабочем режиме и в режиме полного торможения, частоту вращения якоря в рабочем режиме. На основе этих показателей делается заключение о пригодности стартера или о необходимости переборки и ремонта. Возможные неисправности стартера, их причины и методы устранения описаны в табл. 11.6.

Ресурс стартера определяется интенсивностью его эксплуатации. Общее количество включений электростартера зависит не только от числа остановок двигателя внутреннего сгорания, но и от его неудачных попыток запуска. А это определяется рабочим процессом в камере сгорания, работой систем топливоподачи, смазки и газораспределения.

Стартеры потребляют токи большой силы и рассчитаны на кратковременные режимы работы. Во избежание перегрева обмоток и нарушения электрического контакта в разъемных соединениях, к которым относятся контактный диск реле и контакты выключателя зажигания, продолжительность непре-

рывной работы стартеров при неудачных попытках пуска двигателя не должна превышать 10-20 с.

При неудачной попытке пуска стартер следует выключить на 1-2 мин и только тогда производить пуск повторно. Перед повторным запуском необходимо убедиться, что двигатель внутреннего сгорания не работает, так как попытка запуска работающего двигателя приведет к поломке зубьев шестерни привода или зубьев маховика или муфты свободного хода стартера.

Если двигатель не запускается за три попытки, то необходимо проверить его техническое состояние и устранить неисправности в системе топливоподачи или системы зажигания. Стартер следует выключать сразу после пуска двигателя, иначе произойдет заклинивание муфты свободного хода и стартер попадет в режим «разноса» и будет разрушен.

Категорически запрещается приводить транспортное средство в движение с помощью стартера при включенной передаче, так как стартер будет механически и электрически перегружен и может выйти из строя.

Если исследовать изменение тока короткого замыкания заторможенного стартера, то за основные диагностические параметры можно принять переходное сопротивление в щеточно-коллекторном узле вследствие подгорания, загрязнения или замасливания коллекторных пластин и изменение усилия прижима щеток к коллектору в результате изменения натяжения пружин щеткодержателя и износа щетки и коллектора.

Результаты исследований показали, что функция плотности вероятностей значений силы тока короткого замыкания стартера при любом пробеге автомобиля подчиняется нормальному закону:

$$l_{K3L}=l_{K30}-v\cdot L,$$

где l_{K3L} и l_{K30} – соответственно средние значения тока короткого замыкания стартера и силы тока короткого замыкания до и после пробега L автомобиля; v – скорость изменения тока короткого замыкания в зависимости от пробега.

Функция плотности распределения наработки до отказа щеточно-коллекторного узла $F(L)$ при постепенном накоплении повреждений, исключая внезапные отказы, вызванные поломкой щеток и выгоранием изолированных втулок щеткодержателей имеет положительное значение с пороговой зоной нечувствительности 80000 км пробега автомобиля. В этой зоне практически отсутствуют постепенные отказы щеточно-коллекторного узла.

11.4.3. Диагностирование автомобильных генераторов

На современных моделях автомобилей используются автомобильные генераторы и реле-регуляторы как постоянного, так и переменного тока. Их диагностируют несколькими методами. Выбор метода диагностирования определяется условиями проведения диагностических операций, наличием диагностического оборудования и глубиной локализации неисправности. Возможные неисправности генераторов, их причины и методы устранения описаны в табл. 11.5.

Постановка диагноза о состоянии генератора может осуществляться по

выходным диагностическим параметрам. В этом случае генератор диагностируют в собранном рабочем состоянии. Как привод вращения при этом может использоваться двигатель автомобиля (бортовая диагностика) или электродвигатель диагностического стенда (агрегатная диагностика). Основными средствами контроля технического состояния генераторов являются: осциллографы, вольтметры, амперметры, мультиметры, пробники.

Одновременную работу генератора и реле-регулятора можно проверить с помощью вольтметра. Для этого через несколько минут после запуска двигателя на повышенных оборотах следует измерить напряжение на выводах батареи, которое должно быть в пределах 13,5-14,5 В. Затем, не меняя режима работы двигателя, включить дальний свет и мотор отопителя. Напряжение не должно изменяться, что свидетельствует об исправности генератора. Более высокое напряжение может быть при отказе реле-регулятора, а более низкое при отказе реле-регулятора или генератора. Для уточнения неисправности кратковременно переключают выводы генератора «Ш» и «+». Если при этом напряжение возрастает, неисправен регулятор, а если нет, неисправен генератор.

Если при работе в этом режиме напряжение менее 12,5 В или горит красная контрольная лампа на щитке приборов, или амперметр показывает разрядку, то нет контакта в цепи генератора батареи. Если после подтяжки электрических соединений неисправность не устранилась, следует проверить щеткодержатель со щетками.

Для испытания (контроля) генераторов постоянного и переменного тока напряжением 14 (12) и 28 (24) В, мощностью до 1000 Вт, реле-регуляторов и регуляторов напряжения, стартеров мощностью до 11 кВт и др. применяют устройство КИ-11400. Устройством измеряют четыре параметра: напряжение переменного и постоянного тока до 50 В, постоянный ток до 1500 А и частоту вращения ротора генератора до 5000 мин⁻¹. Имеющийся в нем реостат позволяет изменять нагрузку на генератор в пределах 0-100 А.

Диагностирование генераторов и реле-регуляторов постоянного тока (рис. 11.24) осуществляют при помощи вольтметра, амперметра и нагрузочного устройства для задания эталонных нагрузочных режимов проверки, поскольку включение всех потребителей тока автомобиля при полностью заряженной батарее не обеспечивает полной загрузки генератора.

Технология диагностирования заключается в следующем: сначала при выключенной нагрузке (потребителей тока и реостата) проверяют генератор на начало отдачи, определяя по

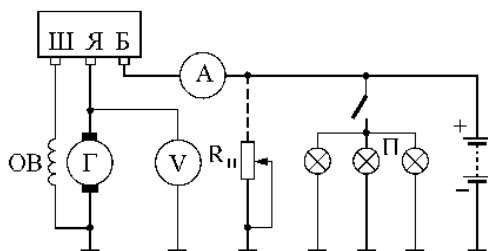


Рис. 11.24. Универсальная схема проверки генераторов и реле-регуляторов постоянного тока при помощи стрелочных приборов: Ш, Я, Б – клеммы реле-регулятора; Г – генератор; А – амперметр; V – вольтметр; ОВ – обмотка возбуждения генератора; R_н – нагрузочный реостат; П – потребитель тока

тахометру частоту вращения коленчатого вала двигателя, при которой генератор начинает давать номинальное напряжение 12 В. Затем включают нагрузку (световые приборы автомобиля и реостат) и определяют частоту вращения, при которой наблюдается полная отдача генератора, то есть указанная в технической характеристике максимальная сила тока при номинальном напряжении. Полученные значения частот вращения сравнивают с данными технических условий (ТУ) и при превышении норматива генератор необходимо заменить.

Проверку генератора на начало отдачи целесообразно совмещать с проверкой ограничителя силы тока реле-регулятора, для чего повышают частоту вращения коленчатого вала двигателя и, уменьшая реостатом сопротивление нагрузки, определяют по амперметру максимальную силу тока ограничения. Увеличенный ток приводит к перегреву, разрушению изоляции обмоток и аварийному отказу генератора, поэтому при несоответствии величины тока паспортным данным регулируют реле, изменяя натяжение пружины якорька. Окончательную проверку генератора на полную отдачу производят после регулировки ограничителя силы тока.

Реле-регуляторы могут быть вибрационного типа, контактно-транзисторные и бесконтактно-транзисторные. Характерными неисправностями реле-регуляторов являются нарушения регулировки, то есть несвоевременные включения и выключения регулятора напряжения, ограничителя силы тока и реле защиты, реле обратного тока. Эти неисправности возникают вследствие изменения натяжения пружины якорька, зазора между якорьком и сердечником, а также в результате окисления или сваривания контактов реле. Кроме того, неисправностями реле-регуляторов, отражающимися на работе генератора, могут быть обрыв или ослабление крепления добавочных сопротивлений регулятора напряжения, обрывы витков в обмотках, пробой транзисторов, тепловое разрушение диодов и стабилизаторов.

Проверку и регулировку регулятора напряжения осуществляют при повышенной частоте вращения коленчатого вала двигателя и выключенной нагрузке (сила тока равна нулю или незначительна). При этом регулируемое напряжение, определяемое по показаниям вольтметра, должно также соответствовать ТУ (в зависимости от времени года, климата и места установки аккумуляторной батареи на автомобиле). При его несоответствии производят регулировку изменением натяжения пружины якорька. Необходимо отметить, что повышение величины напряжения генератора выше расчетной на 10-12% снижает срок службы аккумуляторной батареи и осветительных приборов примерно в 2 раза.

Реле обратного тока проверяют при включенных потребителях электроэнергии (сила тока 8-10 А) на величину максимального напряжения в момент замыкания контактов. Плавно увеличивая от минимальной частоту вращения коленчатого вала двигателя, фиксируют напряжение, при котором происходит замыкание контактов и включение нагрузки на генератор (момент резкого падения напряжения). При его несоответствии ТУ производят регулировку изменением натяжения пружины якорька. Правильность выключения реле обратного тока проверяют по частоте вращения коленчатого вала двигателя, при ко-

торой происходит размыкание контактов (стрелка амперметра скачком становится на нуль). Полученная частота должна быть ниже частоты включения не более чем на 10-15%.

Если реле-регулятор не поддается регулировке, его заменяют.

Диагностирование генераторов и реле-регуляторов переменного тока значительно упрощается ввиду отсутствия реле обратного тока (его роль выполняют вмонтированные в генератор диоды выпрямителя) и самоограничения генератора на развиваемую мощность. Поэтому при диагностировании достаточно проверить ограничивающее напряжение и работоспособность генератора (рис. 11.25). Ограничивающее напряжение проверяют при включенных потребителях тока и повышенной частоте вращения коленчатого вала двигателя. Работоспособность генератора оценивают по напряжению при включении потребителей тока на частоте вращения, соответствующей полной отдаче генератора, которое должно быть не ниже 12 В. Однако подобная методика проверки даже при наличии дополнительного режима испытания не может выявить такие характерные, хотя и редко встречающиеся неисправности генераторов переменного тока, как обрыв или замыкание обмоток статора, на массу, и обрыв или пробой диодов выпрямителя, ввиду значительных резервов работоспособности генератора.

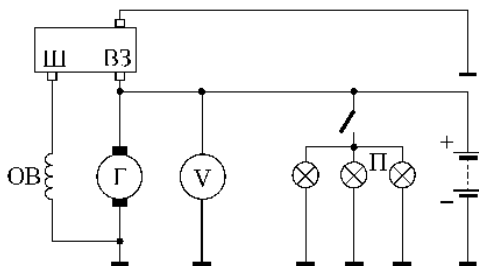


Рис. 11.25. Схема проверки генераторов и реле-регуляторов переменного тока при помощи вольтметра:

Ш, В, З – зажимы реле-регулятора; ОВ – обмотка возбуждения; Г – генератор; П – потребитель тока; V – вольтметр

При исправной работе генератора диапазон колебаний напряжения в сети не превышает обычно 1-1,2 В. Обусловлены эти колебания периодическим включением в цепь нагрузки первичной обмотки катушки зажигания (рис. 11.26). При одном пробитом (закороченном) диоде и результате потери его выпрямляющих свойств диапазон изменения напряжения увеличивается до 2,5-3 В, при общем снижении частоты его колебаний (рис. 11.26). Средний уровень напряжения, показываемый вольтметром, при этом не меняется, однако выбросы напряжения приводят к снижению долговечности батареи и других элементов электрооборудования. Обрыв или замыкание обмоток статора на массу также не изменяет среднего значения напряжения, а при большом числе катушек статора падение мощности генератора с подобными дефектами незначительно. Однако эти неисправности легко выявляются по характерному виду осциллограмм (рис. 11.27), связанному, в первую очередь, с увеличенным диапазоном колебаний напряжения.

Таким образом, одновременное применение осциллографа и вольтметра позволяет быстро и объективно проводить диагностирование генераторов и реле-регуляторов переменного тока.

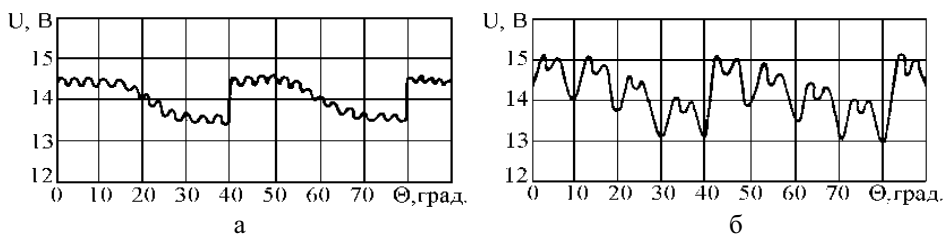


Рис. 11.26. Осциллограммы напряжения генератора переменного тока с реле-регулятором:

а – при исправном состоянии генератора; б – при неисправностях обмотки и диодов генератора; Θ – угол поворота кулачка распределителя зажигания, град.; U – напряжение в бортовой сети автомобиля, В

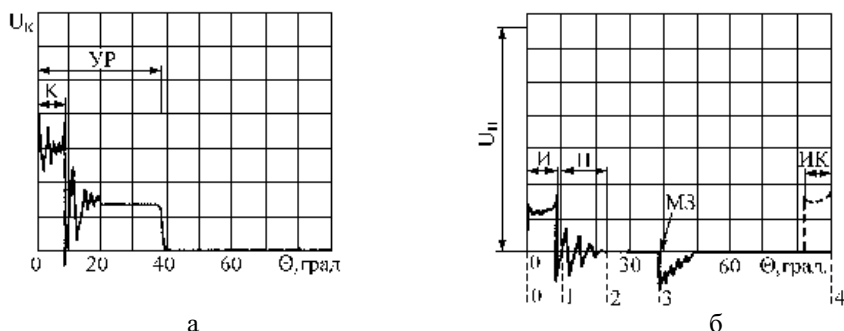


Рис. 11.27. Напряжение первичной (а) и вторичной (б) цепей батарейного (классического) зажигания нормального рабочего цикла в одном цилиндре четырехтактного двигателя в зависимости от угла поворота кулачкового вала распределителя зажигания:

U_K – напряжение на контактах прерывателя; K – колебания напряжения, вызванные конденсатором; $УР$ – угол разомкнутого состояния контактов; Θ – угол поворота кулачка распределителя зажигания; $И$ – след искры; U_n – пробивное напряжение межэлектродного промежутка свечи; $П$ – падение напряжения магнитного поля катушки; $МЗ$ – момент замыкания контактов; $ИК$ – искрение контактов

Схема проверки генератора на стенде с применением осциллографа показана на рис. 11.28. Электронный осциллограф необходимо подключить параллельно выпрямительному мосту, отключив последний от клеммы 30. Контроль генератора выполняют в следующей последовательности: включают привод стенда при частоте вращения 1500 мин^{-1} , контролируя напряжение генератора, которое должно быть в пределах 13,0–14,5 В. Далее выставляют на осциллографе режим измерения напряжения переменного тока и, управляя разверткой, добиваются стабилизации картинки. Управляя вертикальным отклонением, устанавливаем масштаб картинки на всю шкалу, наблюдая полученную картинку, следует зарисовать ее для протокола испытаний, и, сравнивая с данными рис. 11.29 сделать вывод об исправности генератора переменного тока.

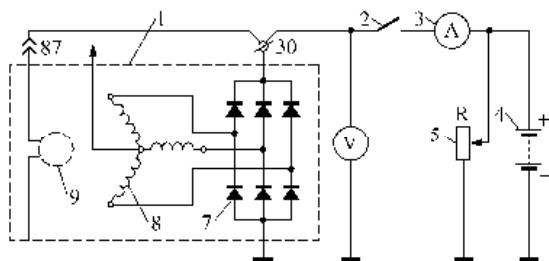


Рис. 11.28. Схема соединений генератора на стенде для снятия кривой отдаваемого тока:

1 – генератор; 2 – выключатель; 3 – амперметр; 4 – аккумуляторная батарея; 5 – реостат; 6 – вольтметр; 7 – вентили; 8 – обмотка статора; 9 – обмотка ротора

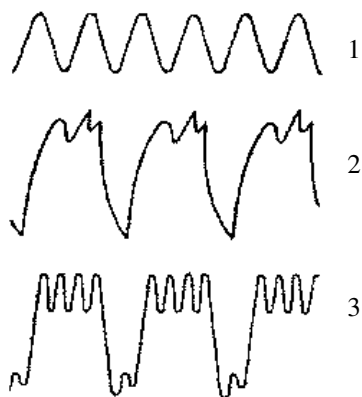


Рис. 11.29. Форма кривого выпрямленного напряжения генератора:

1 – генератор исправный; 2 – вентиль пробит; 3 – обрыв в цепи вентиля
пагубно действуют на аккумуляторную батарею и электронные блоки управления.

Осциллограф позволяет по форме кривой выпрямленного напряжения точно и быстро проверить исправность генератора и определить характер повреждений. При исправных вентилях и обмотке статора напряжение имеет синусоидальную форму с равномерным чередованием периодов (см. рис. 11.29).

Размах колебаний напряжения при этом не превышает 1 В. Если имеется обрыв в обмотке статора или обрыв, короткое замыкание в вентилях выпрямителя, то форма кривой резко изменяется: нарушается равномерность периодов и появляются глубокие впадины, свидетельствующие о появлении в спектре колебания напряжения низкочастотной составляющей. Размах колебаний при этом увеличивается до 3 В. Оба фактора

Во время проведения ТО-2 диагностирование генераторов выполняют при их частичной разборке. При этом проверяется состояние щеточно-го узла и контактных колец. Щетки должны свободно перемещаться в щеткодержателях. Допускается износ щеток до высоты не менее 8 мм. Нормативные значения давления щетки на кольцо указываются в технических характеристиках генератора и проверяются следующим образом. Извлекают из конструкции генератора блок щеткодержателя, вынимают из него одну щетку, а другой нажимают на весы таким образом, чтобы она выступала над уровнем держателя на 2 мм. Давление, регистрируемое при этом весами, составляет 1,4-4,4 Н в зависимости от типа генератора.

Обрывы и замыкания обмоток генератора на корпус выявляют с помощью пробника или омметра. Состояние обмотки возбуждения определяют путем измерения ее сопротивления и сравнения полученных значений с паспорт-

ными данными. Для разных типов генераторов сопротивление обмоток возбуждения составляет 2,7-16 Ом. Витки якорных обмоток, которые замкнуты между собой, выявляют с помощью дефектоскопов типа ПДО-1 (рис. 11.30) при полном отключении выводов обмоток от внешних цепей (выпрямителя).

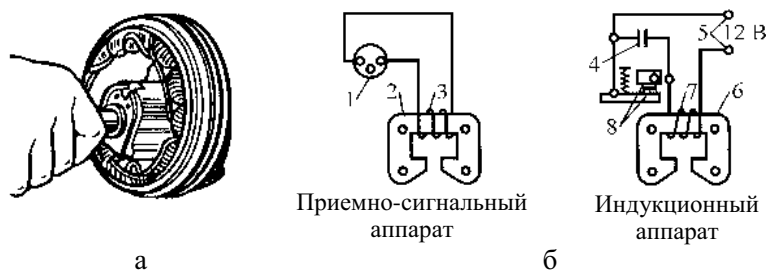


Рис. 11.30. Дефектоскоп ПДО-1, установленный в статор (а), и его схема (б):

1 – неоновая лампа; 2, 6 – стальные сердечники; 3, 7 – обмотки; 4 – конденсатор;
5 – зажимы; 8 – контакты прерывателя

Проверка на стенде позволяет определить исправность генератора и соответствие его характеристик номинальным. У проверяемого генератора щетки должны быть хорошо притерты к контактным кольцам коллектора, а сами кольца чистыми. Для проверки генератор необходимо установить на стенд, выполнить соединения, как указано на рис. 11.31, включить электродвигатель стенда, реостатом 5 установить напряжение на выходе генератора 13 В и довести частоту вращения ротора до 5000 мин^{-1} , дать генератору поработать на этом режиме не менее 2 мин, а затем замерить силу тока отдачи. У исправного генератора она должна быть не менее 55 А. Напряжение на выходе генератора проверяется при частоте вращения ротора 5000 мин^{-1} .

Реостатом 5 необходимо установить ток отдачи 15 А и замерить напряжение на выходе генератора, которое должно быть равно $(14,1 \pm 0,5) \text{ В}$ при температуре окружающего воздуха и генератора $(25 \pm 10) ^\circ\text{C}$. Если напряжение не укладывается в указанные пределы, следует заменить регулятор напряжения новым, заведомо исправным и повторить проверку. Если напряжение будет нормальным, то, следовательно, старый регулятор напряжения поврежден и его необходимо заменить. Если напряжение по-прежнему не будет укладываться в указанные выше пределы, то необходимо проверить обмотки и вентили генератора.

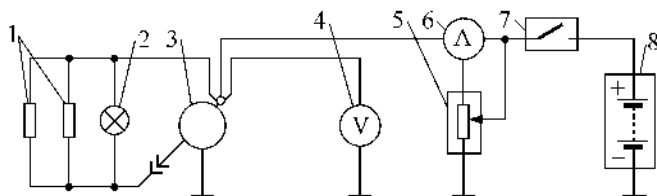


Рис. 11.31. Схема соединений для проверки генератора на стенде:

1 – резисторы (по 100 Ом, 2 Вт); 2 – контрольная лампа; 3 – генератор; 4 – вольтметр;
5 – реостат; 6 – амперметр; 7 – выключатель; 8 – аккумуляторная батарея

Обмотку возбуждения можно проверить, не снимая генератор с автомобиля, а сняв только регулятор напряжения вместе с щеткодержателем. Зачистив при необходимости шлифовальной шкуркой контактные кольца, омметром или контрольной лампой проверяют, нет ли обрыва в обмотке возбуждения и не замыкается ли она с массой.

Статор необходимо проверять отдельно после разборки генератора. Выводы его обмотки должны быть отсоединены от вентилях выпрямителя. В первую очередь следует проверить омметром или с помощью контрольной лампы и аккумуляторной батареи, нет ли обрывов в обмотке статора и не замыкаются ли ее витки на массу. Изоляция проводов обмотки должна быть без следов перегрева, который происходит при коротком замыкании в вентилях выпрямительного блока. Статор с такой поврежденной обмоткой заменяется. Затем необходимо проверить специальным дефектоскопом, нет ли в обмотке статора короткозамкнутых витков (рис. 11.30).

Проверка вентилях выпрямителя заключается в измерении их электрического сопротивления в прямом и обратном направлениях с помощью омметра или пробника без извлечения их из моноблока радиатора.

Исправный вентиль пропускает ток только в одном направлении, неисправный – может либо вообще не пропускать ток (обрыв цепи), или пропускать ток в обоих направлениях (короткое замыкание).

Короткое замыкание вентилях выпрямительного блока можно проверить, не снимая генератор с автомобиля, предварительно отсоединив провода от аккумуляторной батареи и генератора, а также отсоединив вывод «Б» регулятора от вывода «30» генератора и провод от вывода «В» регулятора напряжения. Проверить можно омметром или с помощью лампы (1-5 Вт, 12 В) и аккумуляторной батареи, как показано на рис. 11.32. Сначала надо проверить нет ли замыкания одновременно в «положительных» и «отрицательных» вентилях. Для этого «плюс» батареи через лампу подсоединить к выводу «30» генератора, а «минус» – к корпусу генератора (см. рис. 11.32, а). Если лампа горит, то и «отрицательные», и «положительные» вентили имеют короткое замыкание.

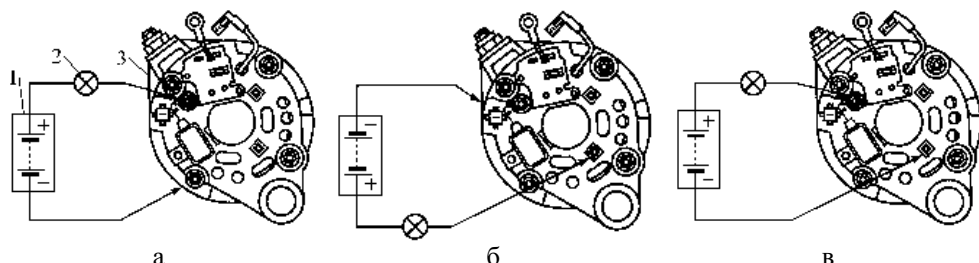


Рис. 11.32. Схемы для проверки вентилях выпрямителя:

а – проверка одновременно положительных и отрицательных вентилях; б – проверка отрицательных вентилях; в – проверка положительных вентилях; 1 – аккумуляторная батарея; 2 – контрольная лампа; 3 – генератор

Короткое замыкание «отрицательных» вентилях можно проверить, соединив «плюс» батареи через лампу с одним из болтов крепления выпрямительного блока, а «минус» – с корпусом генератора (см. рис. 11.32, б). Горение

лампы означает короткое замыкание в одном или нескольких «отрицательных» вентилях. Следует помнить, что в этом случае горение лампы может быть и следствием замыкания витков обмотки статора на корпус генератора. Для проверки короткого замыкания в «положительных» вентилях «плюс» батареи через лампу соединить с выводом «30» генератора, а «минус» – с одним из болтов крепления выпрямительного блока (см. рис. 11.32, в). Горение лампы укажет на короткое замыкание одного или нескольких «положительных» вентилях.

Обрыв в вентилях без разборки генератора можно обнаружить либо осциллографом, либо при проверке генератора на стенде по значительному снижению (на 20-30%) величины отдаваемого тока по сравнению с номинальным. Если обмотки, дополнительные диоды и регулятор напряжения генератора исправны, а в вентилях нет короткого замыкания, то причиной уменьшения отдаваемого тока является обрыв в вентилях.

Для проверки дополнительных диодов на короткое замыкание необходимо «плюс» батареи через лампу (1-3 Вт, 12 В) присоединить к выводу «61» генератора, а «минус» – к одному из болтов крепления выпрямительного блока. Если лампа загорится, то в каком-то из дополнительных диодов имеется короткое замыкание. Найти поврежденный диод можно, только сняв выпрямительный блок и проверяя каждый диод в отдельности. Обрыв в дополнительных диодах можно обнаружить осциллографом по искажению на выводе «61», а также по низкому напряжению (ниже 14 В) на выводе «61» при средней частоте вращения ротора генератора.

Для проверки регулятора напряжения на автомобиле необходимо иметь вольтметр постоянного тока со шкалой до 15 (30) В, класса точности не ниже 1,0. После 15 минут работы двигателя на средней частоте вращения при включенных фарах замерить напряжение между выводом «30» и массой генератора. Напряжение должно находиться в пределах 13,6-14,6 В. В случае, если наблюдается систематический недозаряд или перезаряд аккумуляторной батареи и регулируемое напряжение не укладывается в указанные пределы, регулятор напряжения необходимо заменить.

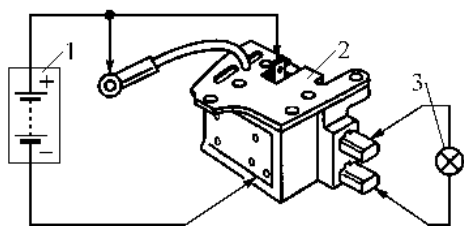


Рис. 11.33. Схема для проверки регулятора напряжения:

1 – аккумуляторная батарея; 2 – регулятор напряжения; 3 – контрольная лампа

Регулятор, снятый с генератора, проверяется по схеме, приведенной на рис. 11.33. Его лучше проверять в сборе со щеткодержателем, так как при этом можно сразу обнаружить обрывы выводов щеток и плохой контакт между выводами регулятора напряжения и щеткодержателя. Между щетками включается лампа мощностью 1-3 Вт, 12 В. К выводам «Б», «В» и к массе регулятора присоединить источник питания сначала напряжением 12 В, а затем – напряжением 15-16 В. Если регулятор исправен, то в первом случае лампа должна гореть, а во втором – гаснуть. Если лампа горит в

обоих случаях, то в регуляторе пробой, а если не горит в обоих случаях, то или в регуляторе имеется обрыв, или нет контакта между щетками и выводами регулятора напряжения.

После разборки металлические детали генератора необходимо промыть в бензине или керосине и просушить. Детали с изолированными обмотками протирают ветошью, смоченной в чистом бензине, и просушивают. При проверке якоря в центрах или на призмах биение контактного кольца или по диаметру сердечника не должно превышать 0,1 мм. Зачистку загрязненных контактных колец со следами подгорания или неравномерного изнашивания по ширине производят мелкой стеклянной шкуркой зернистостью 80 или 100.

При проверке щеточного узла генератора необходимо проверить легкость перемещения щеток в щеткодержателе, а также износ щеток, выступание которых из щеткодержателя должно быть не менее чем на 5 мм. Упругость пружин контролируют с помощью пружинного или рычажного динамометра.

11.4.4. Контроль цепи питания, пуска и зажигания

Цепь зарядки АКБ проверяют путем подключения одного вывода контрольной лампы к выводу «+» генератора, а другого – к «массе». Под контрольной лампой понимают самостоятельно изготовленное устройство – патрон с лампой, в котором «минусовый» вывод выполнен в виде зажима типа «крокодил», а другой, «плюсовый», - в виде шупа. Лампу мощностью 15-25 Вт можно менять в зависимости от напряжения бортовой сети. Если контрольная лампа загорается, то можно констатировать, что цепь зарядки АКБ исправна.

Цепь возбуждения проверяют, подключив «плюсовый» вывод контрольной лампы к выводу «+» или «В» регулятора напряжения, а затем к выводу «Ш» генератора. «Минусовый» вывод контрольной лампы присоединяют к «массе». Выключатель зажигания включен. Контрольная лампа должна гореть. Если исправность цепи возбуждения таким образом не подтверждается, то при работающем на средних частотах вращения коленчатого вала двигателе соединяют дополнительным проводником выводы «+» или «В» регулятора с выводом «Ш» генератора. При появлении зарядного тока неисправен регулятор напряжения, в противном случае – генератор.

При отсутствии обрыва в цепи возбуждения проверяют исправность генератора на средней частоте вращения коленчатого вала двигателя. Для этого дополнительным проводником соединяют вывод «Ш» регулятора напряжения с «массой». Если зарядный ток появляется, значит, неисправен регулятор, а если отсутствует – неисправен генератор.

Если при полностью заряженной АКБ амперметр показывает зарядный ток 8-10 А в течение длительного времени, а вольтметр – повышенное напряжение, то это свидетельствует о неисправности в цепи от вывода «+» генератора до вывода «+» или «В» регулятора напряжения. Причина этого – большие переходные сопротивления на контактах в этой цепи, когда регулятор напряжения выносной конструкции.

При колебаниях стрелки амперметра или вольтметра необходимо проверить надежность крепления проводов в местах подсоединения в схеме элект-

троснабжения или усилия прижима щеток к контактным кольцам. Колебаться стрелки приборов могут и в случае многократного срабатывания термобиметаллических предохранителей вследствие коротких замыканий в цепях. У амперметра колебания стрелки выходят за пределы шкалы прибора.

Поиск неисправностей в электропусковой системе осуществляют поэтапно, разделив систему на отдельные элементы: аккумуляторная батарея; силовая цепь, включающая соединительные провода от «+» АКБ до «+» стартера и от «-» АКБ до корпуса автомобиля; стартер, цепи управления и коммутирующие изделия – реле блокировки стартера, дополнительное реле, выключатель зажигания, выключатель «массы» (рис. 11.34).

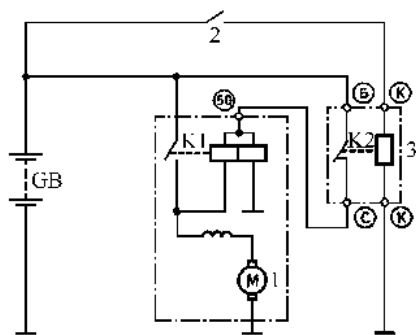


Рис. 11.34. Принципиальная схема управления стартером:

1 – стартер; 2 – выключатель зажигания; 3 – дополнительное реле; К1 – контакты тягового реле стартера; М – якорь стартера; Б, С, К, 50 – клеммы стартера и реле; ГВ – аккумуляторная батарея

Если при попытке запуска двигателя нет характерного щелчка, сопровождающего включение тягового реле стартера, то поиск неисправности проводят по далее описанному алгоритму.

Соединяют дополнительным проводником выводы «Б» и «С» дополнительного реле. Если стартер включился, то с вывода «С» конец дополнительного провода переносят на вывод «К». Если стартер не включился, то неисправно дополнительное реле.

Если при соединении выводов «Б» и «С» стартер не включился, то измеряют вольтметром напряжение на выводе «Б». Если это напряжение больше напряжения включения реле стартера, то соединяют выводы «Б» и «50». Включение стартера означает на-

личие обрыва между выводами «С» и «50». В противном случае неисправен стартер. Если на выводе «Б» напряжение меньше напряжения включения реле стартера, то последовательно проверяют напряжение на всех участках цепи от вывода «Б» до «+» АКБ. При отсутствии напряжения на выводе «Б» ищут обрыв цепи между выводом «Б» и «+» АКБ. Эту процедуру начинают с проверки АКБ и если она исправна, то измеряют падение напряжения на стартере. Если падение напряжения более 3 В для 12-вольтового исполнения и более 6 В для 24-вольтового, значит стартер неисправен.

Если при включении стартера тяговое реле циклически включается и выключается, то это происходит из-за сильной разряженности АКБ, разрегулирования дополнительного реле или обрыва удерживающей обмотки реле стартера.

Если при включении стартера слышен металлический скрежет или коленчатый вал не вращается, то неисправна муфта свободного хода.

Поиск неисправностей системы зажигания при отсутствии вспышек рабочей смеси в цилиндрах двигателя при нормальной работе топливной систе-

мы и стартера производят в следующем порядке.

Высоковольтный провод вынимают из наконечника свечи и вставляют его в диагностический разрядник с зазором между электродами разрядника от 5 до 7 мм для электронных систем зажигания, а у классической системы зажигания – до 7 мм от высоковольтного провода до «массы» двигателя.

Если при прокручивании двигателя стартером в воздушном промежутке проскакивает искра синего цвета, то высокое напряжение соответствует норме и необходимо проверить состояние свечей зажигания.

Красноватый цвет искры свидетельствует о недостаточном вторичном напряжении у классической системы зажигания. У электронных систем зажигания такая ситуация отсутствует – при внутренних пробоях в катушке зажигания искра на выходе системы не возникает.

Если искры нет или она красноватого цвета, то проверяют состояние высоковольтных деталей распределителя, крышки катушки зажигания, высоковольтных проводов, помехоподавляющих резисторов, а также проверяют работоспособность транзисторного коммутатора.

При потере приемистости, возникновении перегрева или увеличении расхода топлива проверяют исправность центробежного и вакуумного регуляторов опережения зажигания и установочный угол опережения зажигания.

Для проверки цепей системы зажигания целесообразно использовать мультиметр, а контрольную лампу применять не следует. Она может применяться только для проверки контактных соединений. Датчик-распределитель и транзисторный коммутатор диагностировать контрольной лампой недопустимо, так как могут выйти из строя микросхемы датчика Холла и коммутатора. В зарубежных сервисных центрах для этих целей применяют специальные тестеры или «коммутатор», представляющий собой устройство с универсальными разъемами для подключения транзисторных коммутаторов и электронных блоков управления и выводами для подключения измерительных приборов, то есть это – универсальный соединитель.

К специализированному оборудованию раннего выпуска относятся аккумуляторные пробники Э-107, Э-108 и Э-412, приборы Э-203, Э-214 и Э-236, стенд СПЗ-16 и др. К универсальному оборудованию можно отнести: контрольно-испытательные стенды Э-240 и 532-2М раннего выпуска и современные мотор-тестеры различных модификаций, сканеры и мультиметры отечественного и зарубежного производства (табл. 2.1).

Основными причинами сбоев и отказов электрических и электронных систем электрооборудования являются нарушение контактов вследствие обрыва электрических цепей, ослабление их креплений, окисление контактирующих поверхностей, перегорание предохранителей, замыкание цепей из-за повреждения изоляции, а также выход из строя отдельных элементов: лампочек осветительных приборов, датчиков контрольно-измерительных приборов, реле и пр. Устранение неисправностей в большинстве случаев заключается в определении (с помощью индикаторов или тестеров) мест обрыва или замыканий электрических цепей и их восстановлении путем подтяжки ослабленных соединений, зачистки, устранении обрывов или замыканий проводов и замены вышедших из строя элементов.

Контроль измерительных приборов производится на общую работоспособность и правильность показаний. При выявлении неработающего прибора или его явно неправильных показаний проверяют на обрыв электрические цепи самого прибора, связанного с ним датчика и соединительных проводов. Вышедшие из строя приборы и датчики, как правило, заменяют.

Правильность показаний приборов проверяют и регулируют только при снятии приборов вместе с датчиками с автомобиля, однако потребность в выполнении этих операций в эксплуатации встречается редко.

Для проверки контрольно-измерительных приборов (КИП) существует большое количество переносных приборов от вольтметра и тестера до различных осциллографов. КИП можно проверить непосредственно на автомобиле или в снятом состоянии. Многие КИП проверяют при помощи специальных установок. Неисправные приборы заменяют.

На некоторых автомобилях установлены современные **контактно-транзисторные прерыватели указателей поворотов РС-951**. Традиционные методы определения технического состояния полупроводниковых приборов электрооборудования дают возможность выполнять только общее диагностирование по принципу «исправный-неисправный» или же требуют снятия приборов с автомобиля, их разборки и поэлементной проверки всех деталей, из которых они состоят (триодов, диодов, резисторов, конденсаторов), что приводит к значительным затратам времени.

Более перспективными являются комплексные методы и средства диагностирования. Один из них – метод тестового контроля. Сущность тестового диагностирования состоит в выработке и подаче на проверяемый прибор системы электрооборудования входных сигналов (действий) и приеме выходных сигналов на экране осциллографа в виде осциллограмм, характеризующих техническое состояние диагностируемого прибора. Этот метод пригоден для общего и поэлементного диагностирования.

С точки зрения диагностирования прерыватель указателей поворота РС-951 можно разделить на две части: первая – электронный генератор импульсов тока, вторая – блок электромагнитных реле.

В качестве тестовых входов и выходов для диагностирования электронного генератора используют зажимы на реле прерывателя поворотов с маркировкой «-», П, «+».

Возможные характерные неисправности: пробой эмитерно-коллекторного перехода транзисторов VT1 и VT3; обрыв или пробой диодов VD4-VD7; перегорание или обрыв обмоток электромагнитных реле. Эти неисправности можно определить с помощью осциллографа Э-206.

11.4.5. Принципы диагностирования электронных устройств

Информационные бортовые средства являются конструктивным элементом автомобиля и осуществляют контроль непрерывно или периодически по определенной программе. Примером информационной системы является блок индикации бортовой системы контроля (рис. 11.35, [31]).

Блок индикации представляет собой электронную систему диагностирования, звуковой и светодиодной сигнализации о состоянии основных систем двигателя и автомобиля, например, об износе тормозных колодок, непристегнутых ремнях безопасности, уровне масла в картере двигателя, аварийном давлении масла, незакрытых дверях салона, неисправности ламп габаритных огней или сигнала торможения и т. п. (рис. 11.35).

Блок имеет пять режимов функционирования: выключено, ждущий режим, тестовый режим, предвыездной контроль и контроль параметров при работе двигателя. При открывании любой двери салона блок включает внутреннее освещение. Когда ключ не вставлен в выключатель зажигания, блок находится в режиме «выключено». После того как ключ вставляется в выключатель зажигания, блок переходит в «ждущий режим» и остается в нем, пока ключ находится в положении «выключено» или «0». Если в этом режиме открыта дверь водителя, то возникает неисправность «забытый ключ в выключателе зажигания» и сигнализатор подает прерывистый звуковой сигнал в течение (8 ± 2) с. Сигнал выключится, если дверь закрыта, ключ вынут из выключателя зажигания или повернут в положение «зажигание включено».

Режим «тестирование» включается после поворота ключа в выключателе зажигания в положение «1» или «зажигание». При этом в течение (4 ± 2) с. подается звуковой сигнал, и включаются все светодиодные сигнализаторы для проверки их исправности. Одновременно контролируется и запоминается состояние датчиков уровней охлаждающей, тормозной и омывающей жидкостей. До окончания тестирования сигнализация о состоянии датчиков не включается.

После окончания тестирования следует пауза, и блок переходит в режим «предвыездной контроль параметров». В случае наличия неисправностей блок работает по следующему алгоритму:

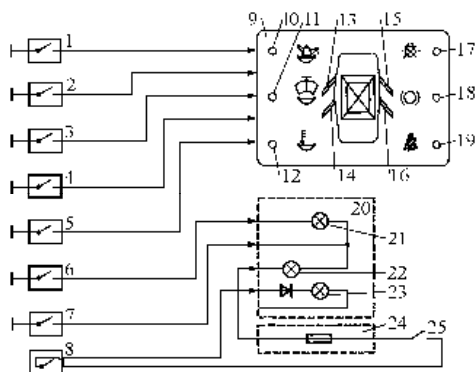


Рис. 11.35. Электрическая схема соединений встроенных сигнализаторов аварийных режимов:

- 1 – датчик износа тормозных колодок; 2 – датчик пристегнутых ремней безопасности; 3 – датчик уровня омывающей жидкости; 4 – датчик уровня охлаждающей жидкости; 5 – датчик уровня масла; 6 – датчик аварийного давления масла; 7 – датчик стояночного тормоза; 8 – датчик уровня тормозной жидкости; 9 – блок индикации бортовой системы контроля; 10 – сигнализатор уровня масла; 11 – сигнализатор уровня омывающей жидкости; 12 – сигнализатор уровня охлаждающей жидкости; 13, 14, 15, 16 – сигнализаторы незакрытых дверей; 17 – сигнализатор неисправности ламп габаритных огней и торможения; 18 – сигнализатор износа тормозных колодок; 19 – сигнализатор непристегнутых ремней безопасности; 20 – комбинация приборов; 21 – контрольная лампа аварийного давления масла; 22 – сигнализатор стояночного тормоза; 23 – сигнализатор уровня тормозной жидкости; 24 – монтажный блок; 25 – выключатель зажигания

- светодиодные сигнализаторы параметров, вышедших за пределы установленной нормы, начинают мигать в течение (8 ± 2) с;
- после чего горят постоянно, пока замок зажигания не будет переведен в положение «0» или выключен;
- синхронно со светодиодами включается звуковой сигнализатор, который выключается через (8 ± 2) с.

Если неисправность возникает в процессе движения автомобиля, то включается режим «контроль параметров при работе двигателя».

Если в течение (8 ± 2) с после начала световой и звуковой сигнализации появится еще один или несколько сигналов «неисправность», то мигание преобразуется в постоянное горение и алгоритм индикации повторится.

Кроме рассмотренной системы встроенного диагностирования на автомобилях широко применяется набор сигнализаторов аварийных режимов, предупреждающих о возможном состоянии перед отказом или о возникновении скрытых отказов, таких как: перегрев двигателя, аварийное давление масла, неисправность рабочих тормозов и стояночный тормоз включен, аккумуляторная батарея не заряжается и др.

Информационные блоки автомобиля. Кроме диагностики БУ ESI 2.0 предлагает техническую информацию для легковых и грузовых автомобилей, которая может быть использована при диагностировании или обслуживании новых или старых автомобилей. ESI 2.0 включает в себя базовые компоненты, представленные в табл. 11.14.

Таблица 11.14

Информационные блоки автомобиля

С	Диагностика	ESI[tronic]-С информация по диагностике БУ бензиновым и дизельным двигателем, а также БУ тормозами и комфортом. Поддерживаются системы других производителей. ESI[tronic]-С содержит инструкции по ремонту SIS и программное обеспечение (ПО) для диагностики БУ
TSB	Техническая информация TSB	TSB содержит описание известных неисправностей автомобиля и предлагает их определение по признакам и группам (ABS, Airbag, engine etc.)
М	Механика	ESI[tronic]-М дает быстрый доступ к информации о всех механических параметрах автомобиля, в том числе данные по развалу/схождению, сервисных работах, сборке/разборке агрегатов и т. п.
Р	Электроника комфорта	ESI[tronic]-Р содержит схемы электрические для систем кондиционирования, противоугонных систем, центрального замка, подогрева сидений, подушек безопасности, стеклоподъемников и т. п.
Опция		
Truck	Truck	KTS Truck предназначен для диагностики блоков управления (БУ) грузовых и коммерческих автомобилей. ПО предоставляет возможность проводить идентификацию БУ, читать и удалять ошибки из памяти БУ, отображать фактические значения, проводить тест исполнительных органов, выполнять специальные функции по программированию БУ. Информационная часть ПО содержит схемы электрических соединений, сборочные чертежи, инструкции по ремонту, номинальные значения фактических параметров на выбранный автомобиль

В качестве электрических величин объектов диагностирования используют ток и напряжение, амплитуду тока и напряжения, частоту, период, фазу или длительность импульса электрического колебания, а также электрические величины – сопротивление, емкость и индуктивность.

Меры предосторожности при техническом обслуживании и ремонте электронных блоков управления. В процессе диагностирования и ремонта рекомендуется соблюдать следующие правила:

- не отсоединять никаких электрических контактов без предварительного выключения зажигания;

- при электросварочных работах блок управления должен быть отсоединен от всех выводов, а при температуре выше 80 °С (камера горячей сушки) его нужно снять с автомобиля;

- отсоединить аккумуляторную батарею при ее подзаряде;

- перед проверкой датчиков кабельных соединений всегда отсоединять штекер блока управления;

- не подвергать проверке сам ЭБУ;

- при проверке с помощью вольтметра, омметра или контрольной лампы применять только высокоомные приборы и проводить проверку осторожно, чтобы не создать короткого замыкания или ошибочно не соединить неправильные выводы;

- помимо цифровых вольтметра, омметра, имеющих большое внутреннее сопротивление, и контрольной лампы, необходим также манометр (для измерения давления в топливной системе);

- не допускается подключение энергоемких элементов – конденсаторов, дросселей, фильтров;

- следует помнить, что при отключении аккумуляторной батареи неизбежно стирается содержащаяся в электронной памяти информация.

Электронные узлы чувствительны к статическому напряжению, создаваемому человеком во время нормальной жизнедеятельности. Поэтому после рассоединения штекерного разъема можно легко повредить ЭБУ, соприкасаясь со штекерами и не замечая этого.

Чтобы не допустить повреждения ЭБУ, необходимо:

- браться только за корпус отсоединенного узла, не касаться выводов пальцами или инструментом;

- нося с собой ЭБУ, время от времени «заземлять» себя, дотрагиваясь до металлических объектов (неокрашенной водяной трубы, например). Это разрядит накопившийся заряд потенциально опасного статического электричества;

- не держать ЭБУ отсоединенным дольше, чем это необходимо.

Прежде чем приступить к локализации неисправности электронного блока (ЭБ) в условиях участка восстановления, необходимо получить подтверждение диагноза (удостовериться, что блок действительно неработоспособен), чтобы исключить ошибочные и лишние вмешательства. Ошибочный диагноз о неисправности ЭБ, установленный на борту автомобиля, может быть из-за: нарушения проводки подключения ЭБ; неисправности других устройств, имеющих электрическую связь с проверяемым ЭБ (датчики, исполнительные уст-

ройства); неправильного режима измерений, неисправности (или несоответствия) диагностического прибора, на основании которого поставлено диагноз, ошибки оператора.

Чтобы подтвердить или опровергнуть предварительный диагноз, необходимо испытать электронный блок, имитируя условия борта автомобиля (проверка блока по выходным диагностическим параметрам). Для этого к разъемам (выводам) проверяемого электронного блока подключают: источник питания с контролем уровня напряжения и тока потребления; эквивалент нагрузки блока; имитаторы входных влияний (генераторы электрических сигналов, коммутирующие устройства). В качестве выходных диагностических параметров ЭБ при этом рассматриваются: значения сопротивления на выводах разъема внешних подключений; сила тока потребления или в нагрузке; значения напряжения, подведенного к нагрузке; параметры формы и временные параметры управляющего сигнала. Если диагноз о неисправности ЭБ подтверждается, его выбраковывают или восстанавливают.

При локализации неисправности в ЭБ (пробоев элементов схемы или повреждения монтажа) в качестве диагностических выбирают структурные электрические параметры (напряжение или сопротивление), которые измеряют в контрольных точках схемы устройства.

Процесс диагностирования ЭБ сочетает «холодные» (без подключения питания) и «горячие» (с подключением питания) проверки. Во время «горячих» проверок устройство тестируют в режиме покоя (без подачи входных сигналов управления) или в активном режиме (с подачей входных сигналов). При этом нагрузка устройства обеспечивается (рабочий режим) или нет (холостой ход). По результатам проверок происходит структурная (работоспособное или неработоспособное) и параметрическая (удовлетворяет или не удовлетворяет нормированным значениям параметров) идентификация неисправности. Общий алгоритм процесса диагностирования ЭБ, независимо от назначения (типа) электронного блока, приведен на рис. 11.36.

Обычно сначала проверяют сопротивление на выводах разъема с помощью омметра. Низкое сопротивление на выводах разъема относительно массы во многих случаях свидетельствует о пробое транзисторов (входного или выходного) или замыкании монтажа, чрезмерное значение – об обрыве цепей.

При подаче питания с номинальным напряжением оценивают силу тока потребления ЭБ и сравнивают с номинальным значением по паспортным данным. В цепи нагрузки ЭБ также предусматривают амперметр и выключатель для ее отключения. Таким образом обеспечивается контроль токов в цепях ЭБ на холостом ходу и под нагрузкой.

Если сила тока потребления превышает номинальное значение, это свидетельствует о наличии замыканий (пробоев). Недостаточная сила тока или его отсутствие указывают на перегорание элементов или гальванические нарушения монтажа.

Если ток потребления ЭБ соответствует паспортным значениям в режиме покоя (без влияния входных сигналов), переходят к следующему этапу. На входы ЭБ подают информационные сигналы (от имитаторов сигналов датчиков) с контролем их параметров (амплитуды, частоты, скважности) и обеспе-

чивают номинальный режим функционирования ЭБ. При этом наблюдают за реакцией амперметра в цепи нагрузки.

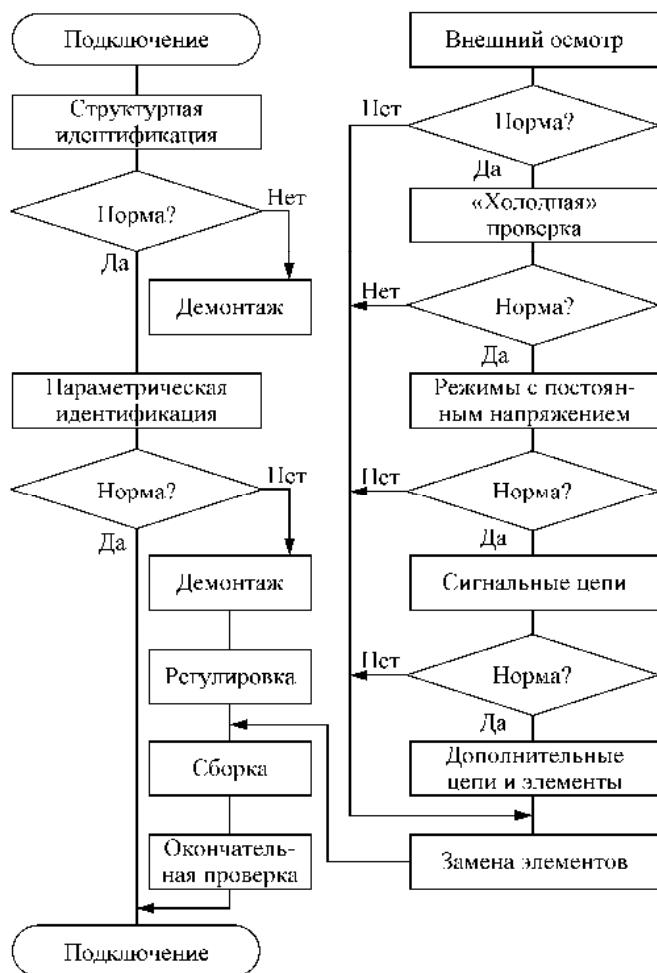


Рис. 11.36. Общий алгоритм процесса диагностирования электронных блоков на участке восстановления

Если алгоритм функционирования ЭБ соответствует его назначению, считают устройство работоспособным (структурная идентификация). В этом случае проводят количественную оценку выходных параметров ЭБ (параметрическую идентификацию) и, если необходимо, выполняют его регулирование (настройку).

Для выполнения операции регулирования обеспечивают доступ к монтажному блоку ЭБ. Процесс регулирования (калибрования) состоит в наладке параметров элементов, определяющих режимы функционирования ЭБ. Во время регулирования ЭБ контролируют его выходные параметры. После регу-

лировки ЭБ собирают и окончательно проверяют.

При отклонении значений тока потребления от нормы или если ЭБ не функционирует, подтверждается диагноз о его неисправности, и переходят ко второму этапу диагностирования по структурным параметрам. В этом случае выполняют частичную разборку блока и внешний осмотр его элементов и монтажа.

При наличии признаков неисправностей отдельных элементов или монтажа (обгорание, оплавление, изменение цвета, механические повреждения, разрушения) диагноз о неисправности элемента подтверждают путем «холодной» проверки (с помощью омметра) и в случае необходимости элемент заменяют. Затем повторяют проверку функционирования ЭБ в рабочем состоянии. Если ЭБ при этом не функционирует, его отключают от питания и проверяют схему устройства (в первую очередь полупроводниковых приборов) омметром с использованием карты сопротивлений. При необходимости выводы элементов выпаивают для измерения сопротивления отдельных участков.

Если «холодная» проверка не позволяет локализовать неисправность устройства, переходят к проверке ЭБ в «горячем» состоянии. Прежде всего, проверяют режимы активных элементов схемы с постоянным напряжением на их выводах с использованием карты потенциалов. Если такой информации не хватает, режимы транзисторов и их техническое состояние определяют по соотношению потенциалов между электродами (рис. 11.37).

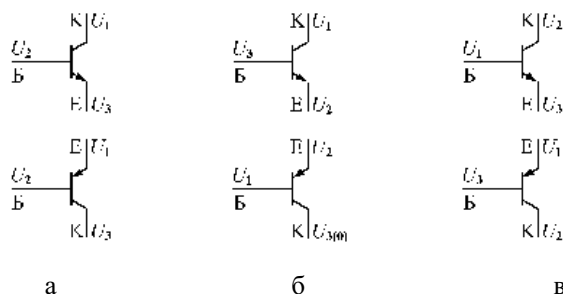


Рис. 11.37. Соотношение потенциалов на электродах исправного транзистора ($U_1 > U_2 > U_3$):

а – в линейном режиме; б – в состоянии отсечки; в – в состоянии насыщения

Для транзистора, функционирующего в линейном режиме (рис. 11.37, а), распределение потенциалов между электродами определяет прямое смещение эмиттерного и обратное смещение коллекторного переходов (напряжение на выходе транзистора больше напряжения на его входе ($U_{KE} > U_{BE}$)). У транзистора, пребывающего в состоянии отсечки (рис. 11.37, б), оба перехода смещены в обратном, а в режиме насыщения (рис. 11.37, в) – в прямом направлении. При этом в состоянии насыщения напряжение на входе транзистора превышает напряжение на его выходе $U_{BE} > U_{KE}$, а в состоянии отсечки – наоборот.

Если напряжение на входе U_{BE} или выходе U_{KE} транзистора равно нулю (или потенциалы электродов одинаковые), – транзистор пробитый. Если эти напряжения значительно превышают нормированные значения (равны напря-

жению питания устройства $U_{П}$) - в транзисторе оборваны (перегорели) электроды подключения зон прибора. Если напряжение на электродах транзистора относительно общего вывода (массы) равно нулю, значит есть обрыв цепей питания (оборваны или перегорели пассивные элементы схемы или поврежден монтаж).

Следующим этапом диагностирования (если режимы с постоянным напряжением в норме) является проверка режимов схемы с переменным напряжением по сигнальным цепям. Для этого на блок подают входные сигналы (подключают имитаторы) и наблюдают прохождение сигнала по каскадам устройства с помощью вольтметра переменного напряжения или осциллографа. К неисправностям сигнальных цепей следует отнести: повреждения, обрывы, замыкания межкаскадные связи (элементов), входных фильтров, гальванических развязок; разрушение монтажа; обрывы электродов подключения в структуре транзисторов или микросхем.

В ряде случаев причиной неработоспособности ЭБ может быть неисправность дополнительных цепей и элементов схемы: защиты транзисторов, термостабилизации режимов, обратных связей (для приборов релаксационного типа эти связи являются основными), фильтры питания и др. Поиск таких неисправностей осуществляют в соответствии со схемами ЭБ конкретного назначения с учетом условий их функционирования. После локализации неисправности ее устраняют, ЭБ собирают и окончательно проверяют.

К списку методов проверок ЭБ следует добавить метод диагностирования по температурным потенциалам. Этот метод состоит в измерении температур поверхностей элементов схемы и сравнении их с картой температур исправного устройства в номинальном режиме функционирования. Превышение температуры любого элемента схемы свидетельствует о наличии замыканий (пробоев, утечек), снижение – об обрыве цепей (перегорании элементов, разрушении монтажа). Метод позволяет оперативно локализовать неисправный элемент и исключает ошибочное вмешательство в монтаж устройства и неосторожные замыкания монтажа измерительными зажимами во время проверки структурных параметров. Эти предпосылки определяют эффективность метода при диагностировании ЭБ со значительным количеством активных элементов схемы. Для измерения температуры элементов используют специальные мультиметры, в которых предусмотрено использование температурного зонда.

Рабочее место участка восстановления комплектуется монтажным оборудованием и универсальными измерительными приборами:

- монтажный инструмент и расходные материалы;
- паяльники малой и средней мощности;
- коммутационная аппаратура для подключения приборов к ЭБ (коннекторы, штатные разъемы, выключатели, зажимы);
- источник питания стабилизированного постоянного напряжения, которое регулируется в диапазоне 4-20 В и обеспечивает ток в нагрузке до 10 А с контролем этих параметров и электронной защитой от перегрузок;
- два мультиметра (тестеры) или комплект измерительных приборов, их заменяющих (омметр, вольтметр и амперметр);
- генератор гармонических колебаний с выходным напряжением, которое

регулируется по частоте в диапазоне 10-20000 Гц и по амплитуде в диапазоне 0,2-10 В и имеет выходное сопротивление не больше 600 Ом (измерительный генератор звукового диапазона типа ГЗ-102);

- генератор прямоугольных импульсов с регулированием частоты прохождения 5-50000 Гц, скважности формирования 5-95%, амплитуды сигнала 0,5-20 В и выходным сопротивлением не больше 600 Ом (измерительный генератор прямоугольных импульсов типа Г5-54);

- двухканальный осциллограф без особенных требований к техническим характеристикам (универсальный осциллограф типа С1-93).

Для организации диагностирования также необходим комплект эквивалентов нагрузок или штатных нагрузок ЭБ и комплект нормативной и диагностической документации (технические паспорта, схемы, диагностические карты, справочники) по перечню ЭБ (назначение, тип, модификация), подлежащих восстановлению.

Электрооборудование агрегатов автомобиля с микропроцессорным управлением диагностируют с помощью современных мотор-тестеров, осциллографов, сканеров и других электронных систем, описанных в работе [35]. Эти средства имеют высокую разрешающую способность, а результаты измерений более достоверны, поскольку диагностирование может производиться комплексно, во взаимосвязи с другими системами и в большинстве случаев непосредственно на автомобиле.

Программируемые запоминающие встроенные средства диагностирования или самодиагностирования отслеживают и заносят в память информацию о неисправностях электронных систем для считывания ее с помощью диагностического разъема и контрольного табло (Check engine), звуковой или речевой индикации о предотказном состоянии систем двигателя. Диагностический разъем используется для подключения сканера и мотор-тестера.

Алгоритм работы программируемой диагностической системы заключается в следующем. При включении выключателя зажигания диагностическое табло загорается и, пока двигатель не работает, проверяется исправность элементов системы. После пуска двигателя табло должно погаснуть. Если же оно продолжает светиться, значит, обнаружена неисправность и код неисправности заносится в память ЭБУ (контроллера). Причину включения табло необходимо выяснить при первой же возможности. Если неисправность исчезнет, то контрольное табло или лампа гаснет через 10 с, но код неисправности будет храниться в памяти контроллера. При проведении диагностирования коды неисправностей высвечиваются каждый по три раза. Стирают коды из памяти ЭБУ по окончании ремонта, для чего на 10 с отключают питание контроллера путем отсоединения минусового вывода «-» АКБ или предохранителя контроллера.

К внешним переносным средствам диагностирования относят приборы контроля состава отработавших газов, сканеры, мультиметры, мотор-тестеры и другие приборы.

В практике диагностирования применяют два способа.

Первый способ. На объект диагностирования воздействуют имитатором сигналов датчиков исполнительных устройств в виде эталонных напряжений,

токов или частот и фиксируют реакцию объекта в виде диагностического сигнала. В качестве примера можно привести компьютерный диагностический комплекс, который через диагностический разъем по стандарту ISO 9141 подключают к электронной системе и с помощью программы контролируют все параметры с выводом информации на дисплей компьютера. На дисплей выводятся как мнемосхема или конфигурация системы, так и числовые данные, хранящиеся в памяти процессора, а также переходные процессы в исполнительных механизмах, которые могут служить показателем исправности системы. На экране дисплея можно проанализировать неисправности системы, как имевшие место в процессе эксплуатации, так и выявленные в момент проверки.

Второй способ. Объект диагностирования выводят на заданный режим работы. С помощью датчиков средства диагностирования анализируют поступающие от объекта сигналы, характеризующие диагностические параметры, например, для системы зажигания – это процессы во вторичной цепи катушки зажигания, для генераторной установки – пульсации и форма выходного напряжения. Эти сигналы можно проанализировать визуально на экране осциллографа или дисплея в сравнении с эталонными, находящимися в памяти ЭБУ системы. В ряде случаев выдается прогноз технического состояния объекта и конкретные мероприятия с перечнем работ по устранению обнаруженных неисправностей.

В памяти самого диагностического устройства могут содержаться сведения о предыдущих проверках технического состояния объекта, об автомобиле и его пробеге, что позволяет определить динамику изменения диагностического параметра и дать прогноз наработки до предельного состояния технических параметров двигателя.

Главным критерием выбора метода диагностирования и оборудования являются затраты на диагностирование и обоснованность выбора диагностических параметров изделия или системы.

11.4.6. Диагностика шины CAN, связывающей блоки управления автомобиля

Применяемая на автомобилях система CAN позволяет объединить в локальную сеть блоки управления или сложные датчики, как, например, датчик угла поворота рулевого колеса.

Обозначение CAN является сокращением от выражения Controller Area Network (локальная сеть, связывающая блоки управления). Применение системы CAN на автомобиле дает следующие преимущества:

- обмен данными между блоками управления производится на унифицированной базе. Эту базу называют протоколом. Шина CAN служит как бы магистралью для передачи данных;
- независимо действующие системы, например, система курсовой стабилизации ESP, могут быть реализованы с меньшими затратами;
- упрощается подключение дополнительного оборудования;
- шина данных CAN является открытой системой, к которой могут быть

подключены как медные провода, так и стекловолоконные проводники;

- можно проводить одновременную диагностику нескольких блоков управления, входящих в систему.

Автомобили могут быть с одним и тремя блоками управления, объединенными в сеть посредством системы шин данных (рис. 11.38, 11.39).

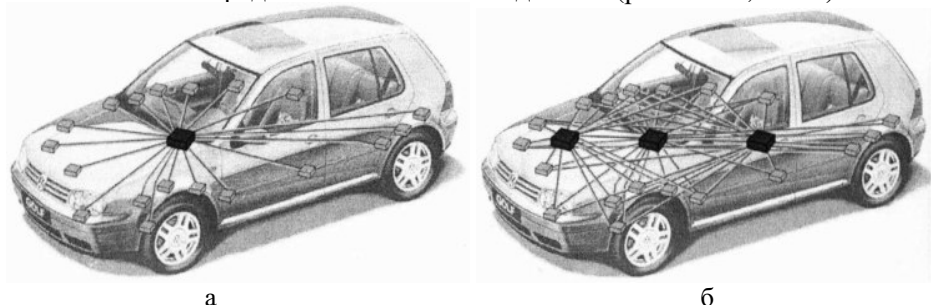


Рис. 11.38. Автомобили с одним (а) и тремя (б) блоками управления

Диагностический интерфейс (шлюз) J533 обеспечивает обмен данными между шинами:

- CAN силовых агрегатов;
- CAN системы «Комфорт»;
- CAN информационно-развлекательной системы Infotainment;
- CAN комбинации приборов;
- CAN диагностической системы.

К системе шин CAN подключены следующие шины более низкого уровня:

- шина LIN;
- CAN электромеханического стояночного тормоза;
- CAN датчиков;
- CAN адаптивных фар;
- последовательная шина.

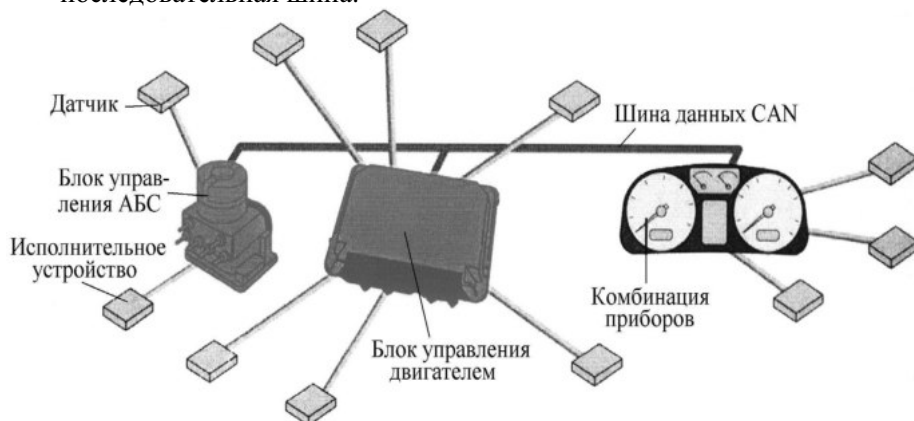


Рис. 11.39. Система CAN с тремя блоками управления

На рис. 11.40 представлена схема блоков управления, подключенных к сети шин данных автомобиля. Компоненты системы управления, приведенные на рис. 10.61, имеют следующие названия:

- E221 – модуль управления на рулевом колесе;
- E415 – электронный замок зажигания и стартера;
- G85 – датчик угла поворота рулевого колеса;
- G273 – датчик охраны салона;
- G384 – датчик наклона кузова;
- G397 – датчик дождя и освещенности;
- G419 – блок датчиков системы ESP;
- H12 – звуковой сигнал охранной сигнализации;
- J104 – блок управления системой ABS;
- J136 – блок управления регулировками сиденья водителя и рулевой колонки с функцией запоминания;
- J217 – блок управления автоматической коробкой передач;
- J234 – блок управления подушками безопасности;
- J255 блок управления системой Climatronic;
- J285 – блок управления в комбинации приборов;
- J345 – блок управления приборами прицепа;
- J364 – блок управления автономным отопителем;
- J386 – блок управления приборами в двери водителя;
- J387 – блок управления приборами в двери переднего пассажира;
- J388 – блок управления приборами в задней левой двери;
- J389 – блок управления приборами в задней правой двери;
- J393 – центральный блок управления системой «Комфорт»;
- J400 – блок управления стеклоочистителем;
- J412 – блок управления электроникой обслуживания мобильного телефона;
- J428 – блок управления системой регулирования дистанции;
- J446 – блок управления парковочным устройством;- J492 – блок управления трансмиссией полноприводного автомобиля;
- J500 – блок управления усилителем руля;
- J503 – блок управления с дисплеем для радиосистемы и навигационной системы;
- J519 – блок управления бортовой сетью;
- J521 – блок управления регулировками сиденья переднего пассажира с функцией запоминания;
- J525 – блок управления системой цифровой обработки звука;
- J527 – блок управления электронными приборами на рулевой колонке;
- J533 – диагностический интерфейс сопряжения шин данных;
- J540 – блок управления электромеханическим стояночным тормозом;
- J583 – блок управления датчиком NO_x;
- J587 – блок управления датчиками селектора коробки передач;
- J604 – блок управления дополнительным воздушным отопителем;
- J605 – блок управления крышкой багажника;
- J623 – блок управления двигателем;

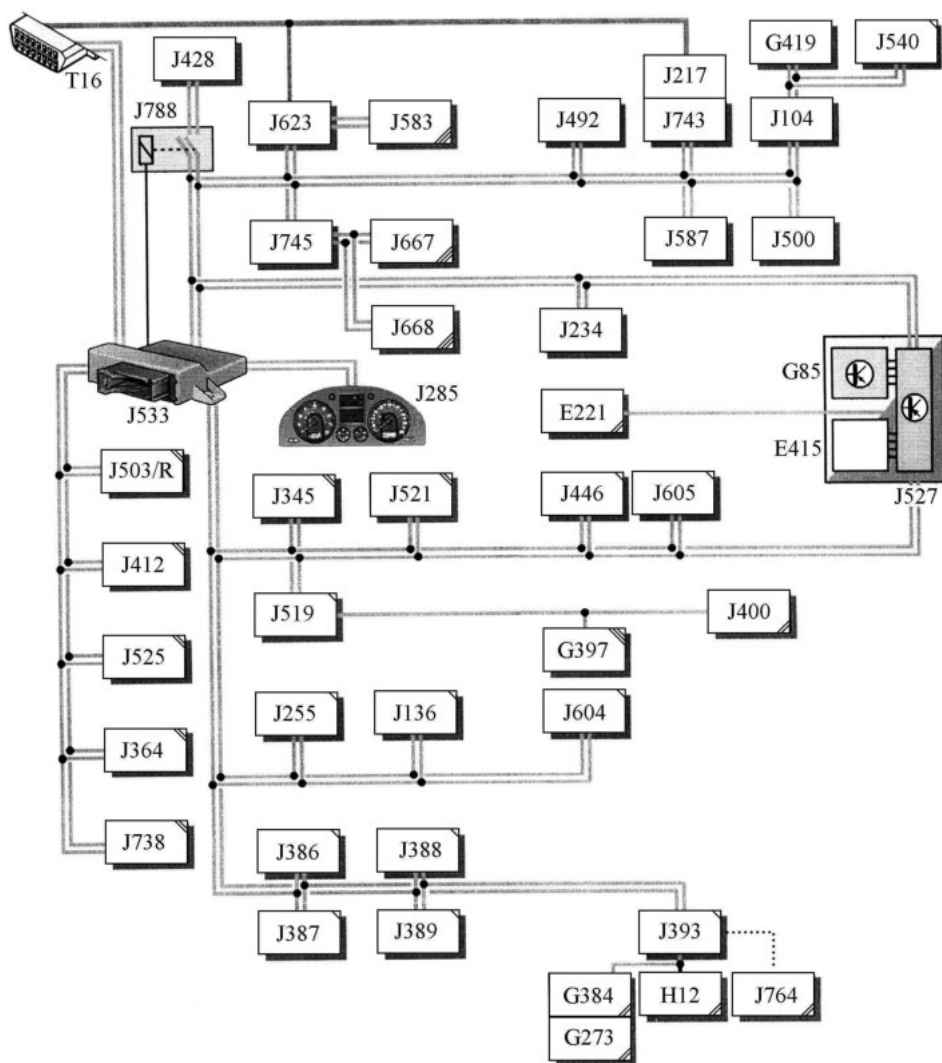


Рис. 11.40. Блоки управления, подключенные к сети шин данных на примере автомобиля Passat:

	Шина CAN силовых агрегатов		Шина CAN комбинации приборов
	Шина CAN системы «Комфорт»		Шина CAN диагностической системы
	Шина CAN информационно-развлекательной системы Infotainment		Провод шины CAN
	Шина CAN адаптивных фар		Провод «К»
	Шина CAN электромеханического стояночного тормоза		Провод шины LIN
	Шина LIN		Провод последовательной шины
	Шина CAN датчиков		

- J667 – модуль управления левой фарой;
- J668 – модуль управления правой фарой;
- J738 – блок управления системой обслуживания телефона;
- J743 – модуль Mechatronic коробки передач DSG;
- J745 – блок управления адаптивными фарами и их корректором;
- J764 – блок управления электроблокировкой вала рулевого управления;
- J788 – разделительное реле в цепи шины CAN силовых агрегатов;
- R – радиосистема;
- T16 – 16-контактный штекерный разъем (диагностическая колодка).

Из-за вибраций автомобиля причинами неисправностей могут быть, прежде всего, повреждения изоляции, обрыв проводов или нарушения контактов в разъемах. Этим неисправностям присвоены коды в соответствии с таблицей ISO (табл. 11.15). В этой таблице приведены возможные неисправности шины CAN. Далее описаны неисправности, которые встречаются на практике.

Таблица 11.15

Таблица неисправностей шины CAN по стандарту ISO

ISO	CAN-High	CAN-Low
1		Обрыв
2	Обрыв	
3		Замыкание на «плюс»
4	Замыкание на «массу»	
5		Замыкание на «массу»
6	Замыкание на «плюс»	
7	Замыкание на провод Low	Замыкание на провод High
8	Отсутствие R_{term}	Отсутствие R_{term}

Поиск неисправностей всегда начинается с проведения диагностики с помощью аппаратуры VAS 5051 или VAS 5052, которая заменяет приборы VAG 5051 и VAG 5052. При этом не следует ожидать сообщения о неисправностях шины, так как неисправности блоков управления могут проявляться таким же образом, как неисправности шины. В таких случаях нужно обратить внимание на сообщения о неисправностях, сохраненных в памяти межсетевое интерфейса. Проверку шины CAN силового агрегата можно начать с измерения сопротивления между ее проводами с помощью омметра. Для проведения соответствующей проверки шины CAN системы «Комфорт» и информационно-командной системы необходим осциллограф DSO, входящий в комплект аппаратуры VAS 5051. Подключив систему VAS 5051 к межсетевому интерфейсу, следует вывести сообщения о неисправностях через ее главное меню, вызвав функцию 19 (интерфейс). Через меню интерфейса можно вызвать блоки данных измерений. Каждый раз следует задавать номер нужного блока измерений (табл. 11.16 [60]).

**Диагностируемые группы и блоки данных измерений
(на примере автомобиля Phaeton)**

	1	2	3	4
Шина CAN силового агрегата				
125	Блок управления двигателем	Блок управления коробкой передач	Блок управления АБС	–
126	Датчик угла поворота рулевого вала	Блок управления подушками безопасности	Электроусилитель руля*	Блок управления ТНВД*
127	Центральный монтажный блок *	Электронная система полного привода*	Электронная система регулирования дистанции	–
128	Управление аккумуляторными батареями	Электронный замок зажигания	Система регулирования уровня кузова	Система регулирования амортизаторов
129	–	–	–	–
Шина CAN системы «Комфорт»				
130	Однопроводный режим / двухпроводный режим	Центральный блок управления системой «Комфорт»	Блок управления в двери водителя	Блок управления в двери переднего пассажира
131	Электронные приборы в задней левой двери	Электронные приборы в задней правой двери	Блок управления положением сиденья водителя с памятью	Центральный монтажный блок
132	Комбинация приборов*	Многофункциональное рулевое колесо	Climatronik	Контроль давления в шинах
133	Электронные приборы в крыше	Блок управления положением переднего сиденья пассажира с памятью	Блок управления положением заднего сиденья с памятью	Парковочная система
134	Автономный отопитель*	Электронный замок зажигания	Блок управления стеклоочистителями	–
135	Блок управления электрооборудованием прицепа*	Передняя панель информационной системы	Задняя панель информационной системы	–
Шина CAN информационно-командной системы				
140	Однопроводный режим / двухпроводный режим	Радиосистема	Навигационная система	Телефон
141	Система громкой связи*	CD-чейнджер*	Интерфейс*	Телематика*
142	Передняя панель информационной системы	Задняя панель информационной системы	–	Комбинация приборов*
143	Цифровая система звукопроизведения	Многофункциональное рулевое колесо*	Автономный отопитель	–

* Дополнительное или вариантное оборудование

Неисправности 3-8 шины CAN силового агрегата (табл. 11.15) могут быть однозначно идентифицированы с помощью мультиметра или омметра, которые входят в набор аппаратуры VAS 5051. Неисправности 1, 2 могут быть выявлены с помощью осциллографа DSO системы VAS 5051. Поиск неисправностей шины CAN системы «Комфорт» и информационно-командной системы производится только с помощью осциллографа DSO. Неисправность 8 у этой шины не возникает, она может возникнуть только у шины CAN силового агрегата.

Наиболее часто встречающиеся неисправности шины CAN силового агрегата могут быть обнаружены с помощью мультиметра или омметра, которые, как было указано, входят в состав VAS 5051, а некоторые неисправности могут быть обнаружены только с помощью осциллографа DSO системы VAS 5051.

Приведенная далее схема поиска неисправностей (рис. 11.41) показывает последовательность производимых при этом операций с помощью системы VAS 5051, мультиметра или омметра.

Осциллограф DSO системы VAS 5051 позволяет определять задержки скачкообразных переходов, отраженные сигналы или искажения формы сигнала.

При проведении описанных измерений с применением осциллографа DSO системы VAS 5051 необходимо устанавливать не только масштабы времени (по горизонтали) и напряжения (по вертикали), но и уровень напряжения запуска регистрации сигнала.

Уровень напряжения запуска регистрации сигнала равен устанавливаемому посредством системы VAS 5051 измерительному напряжению. Запуск регистрации сигнала начинается, когда при повышении или понижении его напряжение переходит через значение измерительного напряжения.

Точка запуска сигнала отмечается на линии буквой «Т». Других обозначений этой точки на дисплее нет. Поэтому в тексте инструкции по эксплуатации автомобиля приводятся значения напряжения запуска сигнала.

При проведении измерений предполагается, что;

- провод High шины CAN подключен к каналу А, а соответствующий ему сигнал обозначен на дисплее желтым цветом;
- провод Low шины CAN подключен к каналу В, а соответствующий ему сигнал обозначен на дисплее зеленым цветом;
- аппаратура VAS 5051 подсоединяется при этом к ближайшей «массе».

Передаваемые по шине CAN силового агрегата сигналы отображаются на экране осциллографа с очень высоким разрешением (0,02 мс на деление по ширине и 0,5 В на деление по высоте) и записываются в памяти осциллографа (остановленный кадр).

Чтобы не возникали проблемы, связанные с разрешающей способностью прибора, не следует производить измерения на заостренных участках записи (например, на правом и левом краях картинке на экране осциллографа).

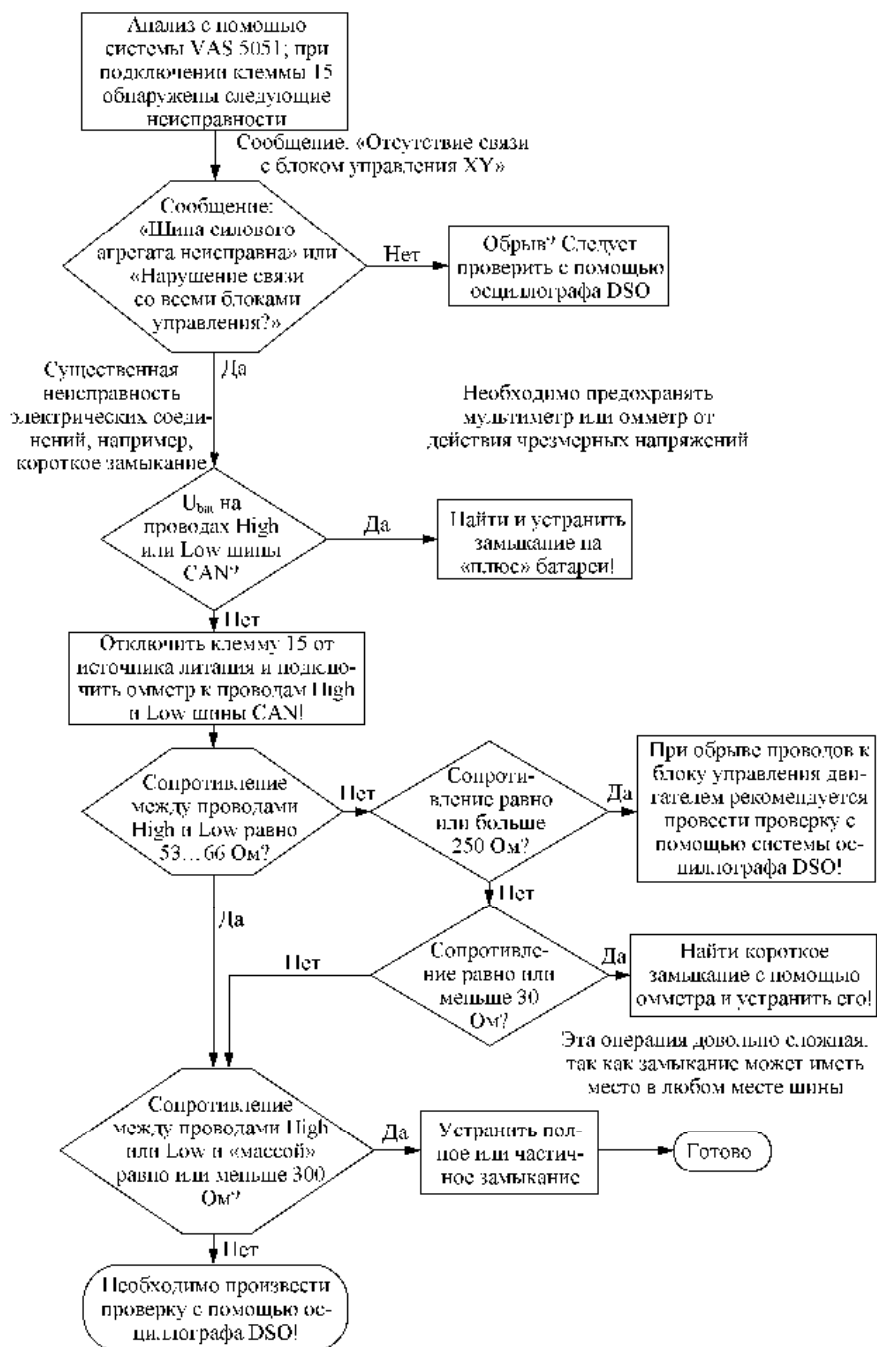


Рис. 11.41. Схема поиска неисправностей силового агрегата

11.4.7. Защита электронных систем от электричества и шумов

Электростатический разряд. Человеческое тело может стать генератором электростатического напряжения. Как указано в табл. 11.17, генерируемое напряжение может достигать 35000 В, в зависимости от атмосферных условий. Если возникает высоковольтный электростатический разряд, он может оказать сильное воздействие на чувствительную электронику автомобиля, включая устройства управления двигателем, приборные панели и радиосистему. Достаточно только прикоснуться пальцами к выводам электронного устройства, чтобы вывести его из строя. Малоизвестным фактом является то, что человек не ощущает электростатический разряд с напряжением менее 3000 В, в то время, как гораздо более низкое напряжение способно повредить электронные устройства. Поскольку человек не ощущает электростатический разряд, невозможно узнать о том, что произошло повреждение электронных компонентов.

Таблица 11.17

Возникающие электростатические напряжения

Способ возникновения электростатического заряда	Электростатическое напряжение	
	Относительная влажность 10-20%	Относительная влажность 65-90%
Хождение по ковру	35000	1500
Хождение по полу с виниловым покрытием	12000	250
Работа за верстаком	6000	100
Виниловые конверты с техническими инструкциями	7000	600
Обычные полиэтиленовые пакеты	20000	1200
Рабочий стул с покрытием из пенополиуретана	18000	1500

Электростатический разряд – нежелательный электрический ток с высоким напряжением, вызванный прикосновением человека-носителя электростатического заряда. Электростатический разряд легко повреждает электронные устройства.

Часто электростатический разряд не приводит к немедленному разрушению электронных устройств, но он может влиять на их усталость. В дальнейшем это приводит к поломке или неправильному функционированию, типа «то работает, то не работает». Очевидно, что люди, работающие с автомобильной электроникой, должны изучить меры защиты от электростатического разряда.

Статическое заземление. Техник, работающий с автомобильной электроникой, должен обеспечить хорошее заземление для стекания электростатического заряда со своего тела. Местом, на которое будут укладываться чувствительные электронные детали, может быть заземленный проводящий мат, несколько коврики и сиденья могут накопить электростатический заряд в несколько тысяч вольт. Синтетическая одежда также может набрать большой заряд. Рабочее место также должно освобождаться от электростатического заряда.

Важно, чтобы тело работающего человека и проводящий мат были электрически соединены с кузовом автомобиля. Человек может освобождаться от электростатического заряда, прикасаясь к металлическому верстаку или кузову автомобиля, прежде чем дотрагиваться до чувствительных электронных деталей, однако следует помнить, что заряд может со временем появляться снова. Движения рук, ног, корпуса, прикосновения к обивке сидений могут привести к быстрому повторному появлению заряда.

Защита от электричества при запуске двигателя от «прикуривателя».

1. При подсоединении и отсоединении проводов «прикуривателя» переключатель зажигания и все электрические устройства, включая свет в салоне и радиоустановку, должны быть выключены. Это позволит избежать их повреждения от бросков напряжения.

2. Следует соблюдать полярность подсоединения кабелей. Неправильная полярность, даже в течение короткого времени, может повредить компоненты.

3. Ни в коем случае нельзя подавать напряжение 24 В.

4. Когда «мертвая» машина оживет, необходимо убрать оба соединительных провода, прежде чем включать какие-либо электрические цепи.

Шумы в датчиках и интерфейсных системах зависят от их защищенности от шумов внешних источников. Примерами распространенных шумов являются всплески напряжения на линии питания, молнии, изменения окружающей температуры, солнечная активность, магнитные, электростатические и радиочастотные электромагнитные поля, силы гравитации, вибрация (ускорения), ионизирующие излучения, химические вещества. Способами их распространения являются: емкостная связь, магнитные поля, провода, монтаж. Приемными устройствами являются чувствительные элементы электронных схем, резисторы, конденсаторы, предусилители.

Подобные помехи при попадании в датчики и интерфейсные схемы скажутся на их выходных сигналах.

Контрольные вопросы

1. Приведите упрощенную принципиальную схему электрооборудования автомобиля.
2. Назовите источники и потребителей электрического тока в современном автомобиле.
3. Приведите неисправности аккумуляторной батареи.
4. Приведите неисправности генератора и стартера.
5. Какая может быть причина не выключения стартера после запуска двигателя?
6. Какие основные причины повреждения электрической проводки?
7. Какие причины пробоев и нарушения контактов в соединениях электрической проводки?
8. Объясните понятие физический дефект.
9. Объясните неисправность типа «задержка».
10. Приведите функциональные неисправности микропроцессоров.
11. Какие могут быть причины неисправности типа «не работают все потребители»?
12. Какая может быть причина, когда АКБ не заряжается при работе двигателя?
13. Приведите перечень возможных неисправностей в электропроводке автомобиля.

14. Назовите пять принципов выбора диагностических параметров контроля электрооборудования автомобиля.
15. Приведите классификацию методов диагностики электрических систем автомобиля.
16. Перечислите признаки неисправностей электроприборов и их возможные причины.
17. Перечислите выходные диагностические параметры АКБ и методы их диагностирования.
18. Какие средства применяются для контроля технического состояния АКБ?
19. В каком порядке проводят осмотр и проверку стартера?
20. Приведите схему и опишите устройства для проверки работы стартера.
21. Как проводится регулировка стартера?
22. Приведите факторы, влияющие на ресурс стартера.
23. Как контролируется цепь питания, пуска и зажигания?
24. Как производится контроль измерительных приборов по работоспособности?
25. Как диагностируется генератор и реле-регулятор постоянного и переменного тока?
26. Приведите алгоритм диагностирования электронных блоков автомобиля.
27. Приведите источники помех и шумов электрических систем.
28. Какие основные причины недостаточной достоверности диагностирования автомобилей при использовании традиционных средств?

12. ЛИНИИ И КОМПЛЕКТЫ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

12.1. Типовой состав комплектов средств инструментального контроля автомобилей

Анализ имеющихся технологических разработок, проектов и существующей производственно-технологической базы для производства диагностики, технического обслуживания и текущего ремонта транспортных машин на эксплуатационных предприятиях показывает, что они не полностью отвечают требованиям научно-технического прогресса. Во многих типовых проектах и реальных эксплуатационных предприятиях не учитываются такие взаимосвязанные направления совершенствования технологических процессов технического обслуживания и текущего ремонта, как централизованное управление производством и применение средств диагностирования, обеспечивающих получение объективной информации для центра управления производством.

Современные комплекты средств диагностики позволяют проводить комплексное диагностирование технического состояния автомобиля. Подбор комплекта оборудования осуществляется по признаку специализации. Комплекты могут быть ориентированы как на тип транспортного средства, так и на заданную группу элементов автомобиля.

Наиболее полными являются диагностические комплекты для легковых автомобилей массой в снаряженном состоянии до 4000 кг и с шириной колеи от 1100 до 1800 мм.

Комплекты раннего производства включают прибор для проверки бензонасосов, карбюраторный анализатор, секундомер, аккумуляторный пробник, пневмотестер, тяговый автоматизированный стенд, наконечник для воздухопроводочного шланга, линейку для проверки схождения колес автомобилей, инструмент для технического обслуживания электрооборудования автомобиля, компрессометр, индикатор плотности, газоанализатор, комбинированный прибор, стробоскоп, расходомер, стетоскоп, приспособление для проверки свободного и рабочего ходов педалей тормоза и сцепления, тележку.

Оборудование, входящее в комплект, позволяет определять тяговые и экономические показатели автомобилей, состояние цилиндропоршневой группы, газораспределительного механизма, систем зажигания и электрооборудования двигателя; давление в бензопроводе, развиваемое бензонасосом, содержание окиси углерода в отработавших газах двигателя, давление воздуха в шинах, свободный и рабочий ходы педалей тормоза и сцепления.

Универсальные тормозные стенды фирмы «МЕТА» оборудованы специальными тензометрическими датчиками, способными обеспечить высокую точность измерений веса и тормозных сил при тестировании как легковых, так и грузовых автомобилей с осевой нагрузкой 15 т.

12.2. Линии контроля технического состояния автомобилей совместного российско-европейского производства

Тормозные стенды СТМ включают следующие модификации: СТМ-3500, СТМ-3500М, СТМ-6000, СТМ-6000М, СТМ-8000, СТМ-15000, СТМ-15000У, СТМ-15000У.01. С подробным описанием модификаций можно ознакомиться на сайте НИФ «МЕТА» www.meta.moscow.ru.

Стенды СТМ оборудованы износостойкими барабанами. Программное обеспечение позволяет выводить результаты измерений на монитор компьютера, а также сохраняет данные протестированных автомобилей, формирует графики изменения тормозных сил в реальном масштабе времени, при работе в линии технического контроля передает результаты измерения в диагностическую карту. Компьютер СТМ установлен в надежной пылевлагозащитной компьютерной стойке. Кроме того, можно управлять тормозными стендами дистанционно. Эта функция реализована при помощи радиопульта, что не требует прицеливания и повышает удобство и безопасность при управлении стендом из салона проверяемого автомобиля.

Универсальные тормозные стенды серии СТМ способны выполнять следующие функции:

- автоматическое выполнение измерений и расчет параметров тормозных систем по стандарту ДСТУ 3649-97:

- а) тормозные силы колес;

- б) удельная тормозная сила и осевая нагрузка колес в процессе торможения;

- в) неравномерность тормозных сил;

- г) время срабатывания тормозной системы;

- д) усилие на педали тормоза и рычаге стояночной системы;

- отображение результатов измерений и их графической интерпретации на экране монитора и информационном табло;

- автоматическое управление режимами измерения по программе и методике стандарта или в ручном режиме с радиопульта;

- распечатка протокола измерений и графиков изменения значений тормозных сил;

- вывод на экран монитора и световых указаний оператору и водителю;

- автоматическая работа стенда в составе линий технического контроля с оформлением диагностической карты автомобиля;

- поэтапное оснащение стенда диагностическими приборами в объеме линии технического контроля (ЛТК).

Тормозные стенды производятся в соответствии с техническими условиями ТУ 4577-020-21298618-2003.

Диагностические комплексы представляют собой комплекты оборудования, размещенные на одном посту для диагностирования различных систем автомобилей с помощью компьютера, к которому подключается все оборудование постового комплекса (табл. 12.1, рис. 12.1). Комплектование комплекса в зависимости от специализации может отличаться.

Таблица 12.1

Комплектация линии ЛТК-ЗЛ-СП-11

№ п/п	Наименование	Код	Количество
1	Линия технического контроля, в том числе:	ЛТКЗЛ.11.00.000	1
1.1	Стенд тормозной силовой СТС-З-СП-11, в том числе:	СТСЗ.11.00.000	1
	– рама фундаментная	СТН2.00.20.100	1
	– устройство опорное	СТН2.01.00.000	1
	– шкаф силовой	СТСЗ.11.02.00.000	1
	– датчик усилия на органе управления тормозной системой	СТС10У.11.00.02.000-01	1
	– пульт дистанционного управления IR-Sender WIN		1
	– стойка управления, в том числе:	СТН 1.21.00.000	1
	– фильтр сетевой типа «PILOT-GL»		1
	– источник непрерывного питания ВК 300 MI		1
	– комплект инструмента и принадлежностей	СТСЗ.11.00.10.000	1
1.2	Комплект ПК, в том числе:	СТН1.21.10.000-01	1
	– блок системный в комплекте с C168H/PCI	БС.00.000-03	1
	– монитор цветной 17" с сигнальным и сетевым кабелями		1
	– коробка соединительная Opt-8B	8-port RS-232	1
	– принтер лазерный «Samsung ML 1615»		1
	– клавиатура рус/лат Win 95		1
	– шнур интерфейсный Bitronics 5 м		1
	– манипулятор «Мышь» 2 but PS/2		1
	– коврик для манипулятора «Мышь» 185×225		1
	– лицензия на ПО Windows		1
1.3	Программный комплекс «Линия технического контроля»	RUS.ГАРО.00001	1
1.4	Манометр шинный «МД-214»	ГОСТ 9921-81	1
1.5	Штангенциркуль «ШЦ-1-150»	ГОСТ 166-89	1
1.6	Секундомер «СОС пр-26-2-000»	ТУ 25-1894.003-90	1
1.7	Стойка приборная «K297.10»	K297.10.00.000	1
1.8	Стойка приборная «СП-1»	СП1.00.000	1
1.9	Прибор проверки фар «ОПК» с кабелем связи с ПК	ОПК.00.000	1
1.10	Прибор для измерения люфта «ИСЛ-401», в том числе:	ИСЛ.401.0000.00	1
	– кабель связи с ПК (Е4)	СТС10У.11.00.20.800-08	1
1.11	Измеритель светопропускания стекол «ИСС-1», в том числе:	ТУ4431-001-45909192-99	1
	– кабель связи с ПК (Е5)	СТС10У.11.00.20.800-10	1
1.12	Измеритель дымности «АВГ-1Д-4.01», в том числе:	ВЕКМ.415311.009	1
	– кабель связи с ПК (Е2)	СТС10У.11.00.20.800-12	1

№ п/п	Наименование	Код	Количество
1.13	Газоанализатор «АВГ-4-2.01» (четырёхкомпонентный), в том числе:	ВЕКМ.415311.008	1
	– кабель связи с ПК (ЕЗ)	СТС10У.11.00.20. 800-04	1

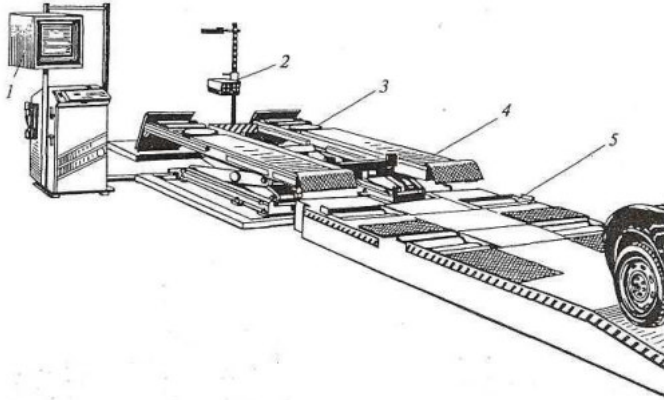


Рис. 12.1. Диагностический комплексный пост:

1 – компьютерный блок (например, типа FSA 740); 2 – прибор проверки параметров освещения (например, см. рис. 8.9); 3 – стенд диагностирования подвески (например, см. рис. 12.11); 4 – подъемник ножничного типа; 5 – тормозной стенд (например, рис. 3.14, 12.12)

СТС-13-СП-11 – стенд контроля тормозных систем грузовых автомобилей, автобусов и автопоездов с нагрузкой на ось до 13 т. Установка блока роликов вровень с полом.

СТС-10У-СП – универсальный стенд для контроля тормозных систем легковых и грузовых автомобилей, автобусов и автопоездов с нагрузкой на ось до 10 т. Отдельные режимы испытаний для легковых и грузовых автомобилей: скорости при испытаниях, диапазоны измерений массы и тормозных сил. Датчик давления в пневмоприводе тормозных систем.

Основные исполнения: **СТС-10У-СП-11** – установка блока роликов вровень с полом; **СТС-10У-СП-24** – мобильный стенд с офисом и напольной установкой блоков роликов.

СТС-3-СП – стенд контроля тормозных систем легковых автомобилей, микроавтобусов и мини-грузовиков с нагрузкой на ось до 3 т. Силовой стенд с беговыми барабанами с обработкой результатов на ПК и выдачей их на экран монитора и принтер. Управление с инфракрасного дистанционного пульта или с клавиатуры. Измеряет нагрузку на ось, тормозную силу на каждом колесе, усилие на органах управления, выводит тормозные диаграммы. Определяет расчетные параметры: удельную тормозную силу, относительную разность тормозных сил колес оси. Дополнительно может измерять время срабатывания

тормозной системы. Обеспечивает формирование базы технических данных автомобилей и архива результатов диагностирования.

Основные исполнения: **СТС-3-СП-11** – установка блока роликов вровень с полом; **СТС-3П-СП-12** – полнокомплектный стенд с тестером увода и тестером подвески; **СТС-3-СП-24** – мобильный стенд с офисом и напольной установкой блока роликов.

Технические характеристики тормозных стендов серии СТС приведены в табл. 12.2.

СТС-3-СП-11 – стенд тормозной силовой – силовой стенд с беговыми барабанами для контроля тормозных систем легковых автомобилей, микроавтобусов и мини-грузовиков с обработкой результатов на ПК и выдачей их для формирования общего протокола на экран монитора и на принтер.

Ролики тормозного стенда изготовлены со стальной наваркой, обеспечивающей постоянный коэффициент сцепления по мере их износа. Стенд оборудован динамической взвешивающей системой, Конструкция стенда обеспечивает возможность повторения измерения по каждому параметру бесконечное множество раз. Измеритель усилия на органе управления рабочей тормозной системой связан с процессором тормозного стенда, и результаты измерений отображаются на экране дисплея (табл. 12.3).

Нагрузка на ось – до 3 т, диаметр колес автомобилей – 520-790 мм, ширина колеи по роликам – 800-2200 мм, производительность – 60 автомобилей в смену, электропитание – 380 В. мощность электродвигателей 2х3,7 кВт, начальные скорости торможения автомобилей – 4,4 км/ч.

Таблица 12.2

Технические характеристики стендов для контроля тормозных систем

Технические данные	СТС-3-СП	СТС-10У-СП	СТС-13-СП
Нагрузка на ось, т	3	10	13
Диаметр колеса автомобиля, мм	520-790	520-1300	520-1300
Ширина колеи по роликам, мм	800-2200	800-2200	800-2200
Начальная скорость торможения, км/ч	4,4	2,2/4,4	2,2
Взвешивающее устройство, кг	200-3000	2х(500-5000/ 100-1000)	2х(650-6500)
Измерение тормозной силы, кН	1-10	3-30/1-6	3-30
Усилие на органы управления, Н	100-1000	100-1000	100-1000
Даление в пневмоприводе, атм	-	2-10	2-10
Расчетные параметры по ГОСТ 51709-2001			
Удельная тормозная сила	есть	есть	есть
Относительная разность тормозных сил	есть	есть	есть
Комплект персонального компьютера (ПК)			
Системный блок	Процессор Celeron 900 МГц и выше		
Монитор	Цветной 15"		
Принтер	Лазерный со скоростью печати не менее 6 л/мин		
Электропитание	3х380	3х380	3х380
Мощность электродвигателей, кВт	2х3,7	2х7,5	2х9,2

Технические данные	СТС-3-СП	СТС-10У-СП	СТС-13-СП
Габаритные размеры			
Блок роликов	450	2×430	2×450
Стойка управления	60	60	60
Шкаф силовой	50	50	50
Производительность, автом. в смену	60	40	40
Средний срок службы стенда, лет	8	8	8

Таблица 12.3

Технические характеристики силового тормозного стенда

Контролируемые параметры	Диапазон измерения	Максимальная погрешность
Тормозные силы, кН	1-10	±3%
Силы на органе управления, Н	100-1000	±4%
Диапазон измерения массы, кг	100-3000	±3%

Технические характеристики универсальных тормозных стендов серии СТМ приведены в табл. 12.4.

Таблица 12.4

Технические характеристики универсальных тормозных стендов

Наименование	СТМ 3500	СТМ 6000	СТМ 600М	СТМ 8000	СТМ 15000У
Ширина колеи, мм	770-2210	1000-2760	1000-2760	960-2800	900-3100
Начальная скорость торможения, км/ч	4	4	2	2	2
Тормозная сила на каждом колесе проверяемой оси, кН	0-6	0-15	0-20	0-25	0-40
Усилие на органе управления, Н	0-1000	0-1000	0-1000	0-1000	0-1000
Нагрузка на ось, кг	0-3500	0-8000	0-8000	0-8000	0-15000
Потребляемая мощность, кВт	7	12	12	12	16
Электропитание, В	380	380	380	380	380
Габаритные размеры, мм					
Роликовая установка	2340×680××290	2920×680××335	2920×730××350	2950×730××350	2×(2010××810×450)
Стойка управления	650×1200××680	650×1200××680	650×1200××680	1500×480××600	1800×600××350
Масса, кг					
Роликовая установка	500	800	950	1050	2×(650)
Стойка управления	40	40	40	40	40

Измерение и расчет параметров тормозных систем производится по ДСТУ 3649-97.

Распечатка протокола измерений и графиков изменения тормозных сил в реальном масштабе времени.

Работа в составе линий технического контроля с автоматической передачей данных в диагностическую карту автомобиля.

Радиопульт дистанционного управления СТМ и пульт визуального осмотра в лдном приборе.

Линия ЛТК-ЗЛ-СП-11 (рис. 12.2) предназначена для проведения годового технического обслуживания (ГТО), а также для проведения ремонтных и регулировочных работ. Управляется единой компьютерной программой. Блок роликов тормозного стента устанавливается вровень с полом. Стенд разворачивается в отапливаемом ангаре, занимаемая площадь в развернутом состоянии составляет 3920×13675 мм. Стенд выполнен на базе тормозного стента **СТС-З-СП-11** совместного российско-германского производства на базе зарубежных технологий. Программа управления стендом – русифицированный продукт немецкой компании «**CARTEC GmbH**». Линия оснащена персональным компьютером (Celeron 2000 МГц и выше, цветной монитор 17"), лазерным принтером, пультом дистанционного управления, полностью укомплектована обязательными средствами технического диагностирования.



Рис. 12.2. ЛТК-ЗЛ-СП-11 – линия контроля технического состояния

Программный комплекс линии обеспечивает многопостовую технологию проверок с одновременной автоматической передачей данных с диагностических приборов на центральный компьютер, который обрабатывает и сохраняет результаты контроля в своей памяти. Результаты контроля выводятся на принтер в виде диагностической карты и протокола обнаруженных дефектов утвержденного образца. Все приборы, входящие в состав линии имеют сертификаты об утверждении типа средств измерений и сертификаты соответствия требованиям безопасности. В линию могут быть встроены два дополнительных модуля производства немецкой фирмы «**CARTEC GmbH**»: тестер увода **SSP 2000** и тестер подвески **FWT 2010 E**, которые управляются единой ком-

пьютерной программой тормозного стенда (рис. 12.3).

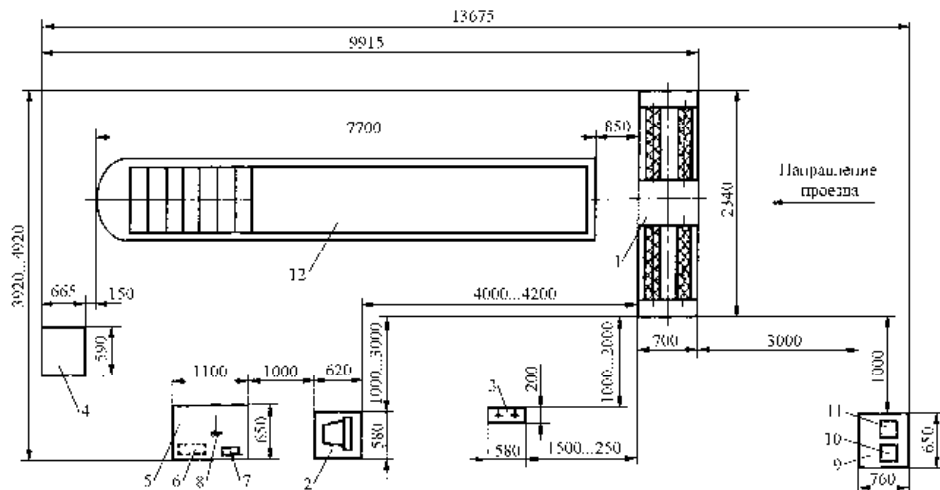


Рис. 12.3. Планировка линии ЛТК-3Л-СП-11 со смотровой канавой в рабочем положении:

1 – устройство опорное СТС; 2 – стойка управления СТС; 3 – шкаф силовой СТС; 4 – прибор проверки фар «ОПК»; 5 – стойка приборная «СП-1»; 6 – люфтомер «ИСЛ-401»; 7 – измеритель светопропускания стекол «ИСС-1»; 8 – штангенциркуль; 9 – стойка приборная «К297.10»; 10 – газоанализатор «АВГ-1Д-4-2.01»; 11 – дымомер «АВГ-1Д-4.01»; 12 – канава смотровая

При необходимости допустимо расширение функциональных возможностей комплексов посредством модульного наращивания, то есть подключения новых устройств и обновления программного обеспечения.

Минимальный комплект оборудования для диагностического комплекса включает: устройство централизованного управления (компьютерный блок 1, рис. 12.1) диагностическим анализатором, газоанализатором для карбюраторных и дымомером для дизельных двигателей, тормозным стендом 5, стендами для диагностирования подвески, рулевого управления и «схождения» колес, а также платформами для трекинга. Кроме того, пост оснащается прибором контроля света и при необходимости подъемником, стендом контроля амортизаторов, стендом контроля точности показаний спидометра и прибором контроля качества тормозной жидкости.

По типовой схеме (см. рис. 12.3) с различными возможностями заказного расширения функций созданы российско-немецкого производства следующие комплексные посты.

ЛТК-3П-СП-11 – полнокомплектная линия технического контроля легковых автомобилей, микроавтобусов и мини-грузовиков. Выполнена на базе тормозного стенда СТС-3П-СП-12. Встроены два дополнительных модуля производства немецкой фирмы CARTEC: тестер увода и тестер подвески. В остальном аналогична линии ЛТК-3Л-СП-11.

Тестер увода предназначен для экспресс-диагностики схождения колес. Определяет величину увода автомобиля от прямолинейного движения в мм/м.

Тестер подвески по принципу EUSAMA (европейская комиссия по стандартизации методов испытаний). Определяет показатель демпфирования и резонансную частоту.

ЛТК-3Л-СП-16 – мобильная линия технического контроля легковых автомобилей, микроавтобусов и мини-грузовиков. Выполнена на базе тормозного стенда СТС-3-СП-24. Напольная установка блока роликов. Вентилируемый и отапливаемый офис для аппаратуры и персонала. Не имеет ограничений по высоте проверяемого автомобиля. Приспособлена для перевозки в кузове бортового автомобиля и установки автокраном.

Отвечает разнообразным условиям применения. Не требует специально оборудованных утепленных помещений. Может быть оперативно развернута на открытой площадке под навесом, в неотапливаемом ангаре. Применение напольного варианта в любом помещении позволит избежать капитальных установочных работ.

ЛТК-10У-СП-11 – универсальная линия технического контроля легковых и грузовых автомобилей, автобусов и автопоездов с нагрузкой на ось до 10 т. Выполнена на базе универсального тормозного стенда СТС-10У-СП-11. Оснащена персональным компьютером, принтером, пультом дистанционного управления. Укомплектована обязательными средствами технического диагностирования.

Заказные опции: течеискатель газовой системы питания, средства контроля подлинности маркировки и документов, тестер люфтов, тестер увода.

SSP 4000 – тестер увода для экспресс-диагностики схождения колес. Определяет величину увода автомобиля от прямолинейного движения в мм/м. Нагрузка на ось до 15 т. Продукция немецкой фирмы CARTEC.

ЛТК-10У-СП-16 – мобильная универсальная линия с офисом и напольной установкой блоков роликов.

ЛТК-13Г-СП-П – линия технического контроля грузовых автомобилей, автобусов и автопоездов с нагрузкой на ось до 13 т.

ЛТК-3Л-СП-17 – мобильная станция контейнерного типа. Размещена в специальном усиленном контейнере. Оснащена персональным компьютером с двумя мониторами, принтером, пультом дистанционного управления. Укомплектована обязательными средствами технического диагностирования. Имеет вентиляруемое и отапливаемое помещение для аппаратуры и персонала. Перевозится контейнеровозом и устанавливается автокраном. Не требует приспособленных производственных помещений. Может применяться на открытых площадках. Высота проверяемых автомобилей до 2,6 м.

Технические характеристики упомянутых стендов приведены в табл. 12.5, 12.6.

К отечественным неавтоматизированным диагностическим комплексам относится комплект диагностический модели **К-516**. Он предназначен для определения технического состояния легковых, грузовых автомобилей на их базе и микроавтобусов массой до 4000 кг и шириной колеи 1100-1800 мм.

Этот комплекс монтируется на удлинненной смотровой канаве, в средней части которой устанавливается стенд тепловой, автоматизированный модели **К-485Б**.

Таблица 12.5

**Оборудование для проведения инструментального контроля при ГТО
(технические характеристики)**

Технические данные	ЛТК-3Л-СП-11	ЛТК-3Л-СП-16	ЛТК-3Л-СП-17	ЛТК-10У-СП-11	ЛТК-13Г-СП-П
Нагрузка на ось, т	3	3	3	10	13
Диаметр колес, мм	520-790	520-790	520-790	520-1300	520-1300
Ширина колеи, мм	800-2200	800-2200	800-2200	800-2800	800-2800
Производительность, автомобилей в смену	40	40	40	30	30
Занимаемая площадь, мхм	5х14	7х10 (7х14)	7,15х13	6х31 (6х19)	6х31 (6х19)
Габариты офиса (контейнера), м	–	3,3х2,3х2,3	7,15х2,44х3,0	–	–
Обязательные средства диагностирования:					
– тормозных систем	есть	есть	есть	есть	есть
– люфта рулевого управления	есть	есть	есть	есть	есть
– внешних световых приборов	есть	есть	есть	есть	есть
– отработавших газов	есть	есть	есть	есть	есть
– утечек газа	опция	опция	опция	опция	опция
– светопропускания стекол	есть	есть	есть	есть	есть
– подлинности маркировки	опция	опция	опция	опция	опция
– подлинности документов	опция	опция	опция	опция	опция
Рекомендуемые средства диагностирования:					
– тестер люфтов	опция	–	–	опция	опция
– тестер увода	опция	–	–	опция	опция
– тестер подвески	опция	–	–	–	–

Таблица 12.6

Линии технического контроля автомобилей

Наименование и назначение средств контроля	Производитель
Линия технического контроля ЛТК-1Л	Россия – ОАО «ГАРО»
Линия технического контроля ЛТК-1Г	Россия – ОАО «ГАРО»
Мобильная станция технического контроля автомобилей СТК-1Л	Россия – ОАО «ГАРО»

Наименование и назначение средств контроля	Производитель
Мобильные и полнокомплектные линии технического контроля легковых автомобилей, микроавтобусов и мини-грузовиков (с нагрузкой на ось до 3 т) ЛТК-3Л-СП-11, ЛТК-3Л-СП-16, ЛТК-3П-СП-11	Россия – ОАО «ГАРО»
Универсальная линия технического контроля легковых и грузовых автомобилей, автобусов и автопоездов (с нагрузкой на ось до 10 т) ЛТК-10У-СП-11	Россия – ОАО «ГАРО»
Линия технического контроля грузовых автомобилей, автобусов и автопоездов (с нагрузкой на ось до 13 т) ЛТК-13Г-СП-11	Россия – ОАО «ГАРО»
Линия инструментального контроля SDL 260 (Bosch) с комплектом оборудования тормозного стенда, проверки амортизаторов, оценки углов схождения колес автомобилей с нагрузкой на ось до 2 т	Германия – Bosch
Линия инструментального контроля легковых автомобилей VIS-3000 (Bosch) с комплектом оборудования: амортизационный стенд, тормозной стенд, стенд проверки увода колес, усилия нажатия на педаль, люфтомер, газоанализатор, дымомер, стенд для регулировки фар	Германия – Bosch
Линия инструментального контроля NTS-520 (Bosch) с комплектом оборудования: тормозной стенд, тестер увода, тестер подвески	Германия – Bosch
Линия инструментального контроля SDL 260 с приборами для проверки фар (EFLE), анализа подвески (ATZ), тестер проверки схождения, проверки токсичности (газоанализаторы, дымомер)	Германия – Bosch
Универсальная линия технического диагностирования грузовых автомобилей, автобусов и легковых автомобилей	Германия – «Maha» «Maschinenbau Haldenwang»
Мобильная станция технического диагностирования легковых, грузовых автомобилей и микроавтобусов с максимальной нагрузкой на ось 3,5 т	Германия – «Maha»
Линия компьютерной диагностики «EURO-SYSTEM»	Германия – «Maha»
Линия инструментального контроля RAV (Ravaqioli, Италия) с комплектом средств: тормозной стенд, тестер бокового увода, тестер подвески (вибростенд), калибровка тормозного стенда, адаптер	Италия – Ravaqioli
Линия инспекторского контроля модели Silver Roller (Givliano, Италия) с комплектом средств контроля увода колес, давления в шинах, проверки амортизаторов, тормоза, муфты в рулевом управлении, правильность установки и силы света фар	Италия – Givliano

12.3. Комплектование постов инструментального контроля автомобилей европейского производства

12.3.1. Линия контроля «EURO-SYSTEM»

Комплексные посты производства европейских стран частично приведены в табл. 12.6.

На рис. 12.4 показана условная планировка универсального компьютери-

зированной полуавтоматического диагностического поста инструментального контроля автотракторных средств. Аналогичной линией контроля легковых автомобилей является линия «EURO-SYSTEM» германской фирмы «Maschinenbau Haldenwang» («Maha»), которая отвечает требованиям государственных стандартов и международному стандарту качества ISO 9001. Линия компьютерной диагностики «EURO-SYSTEM» предназначена для проведения инспекционного и эксплуатационного инструментального контроля автотранспорта. Данная линия имеет полностью компьютеризированное управление средствами инструментального контроля и обеспечивает точную и беспристрастную оценку технического состояния важнейших узлов и агрегатов автомобиля.

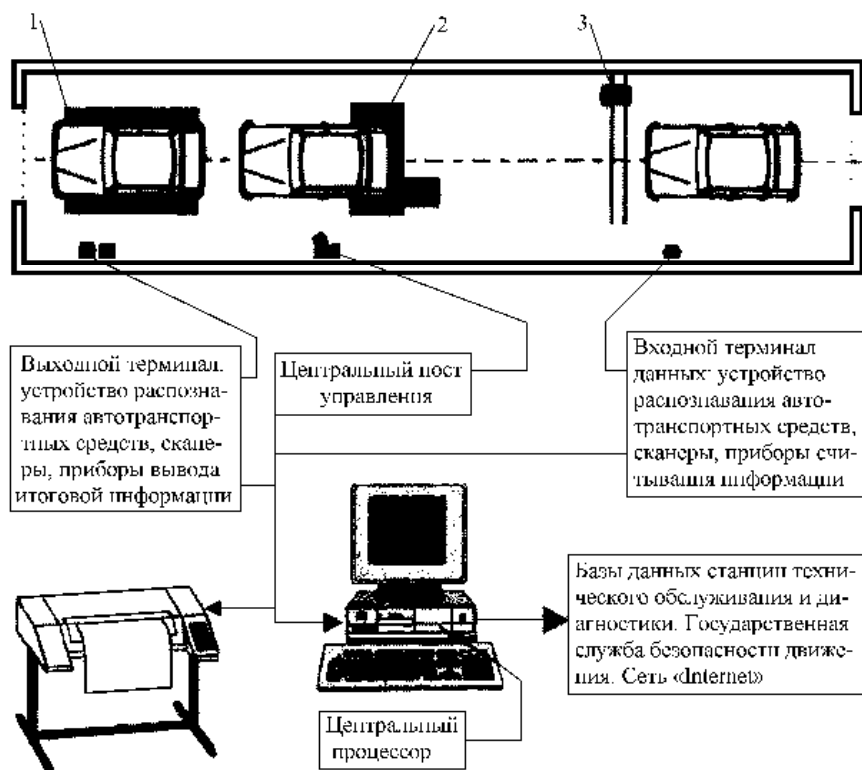


Рис. 12.4. Схема компьютеризированной полуавтоматической стационарной линии инструментального контроля автотракторных средств:

1 – стэнд контроля амортизаторов, состояния подвески, рулевого управления, установки колес, подъемник; 2 – стэнд диагностики двигателя, барабанный тормозной, контроля показаний спидометра; приборы: дымомер, газоанализатор, проверки качества тормозной жидкости, шумомер, давления воздуха; 3 – устройство контроля состояния и эффективности работы внешних световых приборов

Структура линии инструментального контроля «EURO-SYSTEM» имеет модульный принцип построения. Это позволяет комплектовать линию оборудованием, исходя из индивидуальных требований каждого заказчика, а также

дает возможность легко интегрировать в систему дополнительные стенды и приборы, что позволяет ее приспособить для диагностики любых типов авто-тракторной техники. В связи с этим фирма «Маха» выпускает линии инструментального контроля легковых и грузовых автомобилей, автобусов, мотоциклов, тракторов, автопофузчиков и самолетов.

Система управления диагностической линией «EURO-SYSTEM» основана на базе компьютеров с программным обеспечением, выполненным в среде Windows. Она осуществляет взаимодействие с оборудованием посредством специальных программируемых устройств, которыми оснащается каждая группа приборов, входящих в состав линии диагностирования.

Система управления может выполнять следующие функции:

- управляет средствами инструментального контроля;
- обрабатывает данные измерительных приборов;
- наглядно представляет данные на экранах мониторов;
- распечатывает для каждого клиента подробные результаты диагностики;
- осуществляет взаимодействие с удаленными терминалами (сетевые возможности); формирует базу данных; осуществляет операции с чип-картами, которые могут быть использованы для хранения данных об автотранспорте, прошедшем инструментальный контроль.

Наряду с вводом в систему данных инструментального контроля в нее могут заноситься и данные визуальных наблюдений за состоянием машины.

«EURO-SYSTEM» обладает огромными сетевыми возможностями. Диагностические станции фирмы «Маха» легко интегрируются между собой и с базами данных государственной службы обеспечения безопасности движения. «EURO-SYSTEM» позволяет сотруднику государственной службы обеспечения безопасности движения, проводящему технический осмотр, проверять автотранспорт на предмет угона в режиме on-line. Посредством Internet возможна передача информации, накапливаемой в базе данных станции на любой внешний терминал.

Диагностические линии фирмы «Маха» имеют три группы технических средств комплектования.

В первую группу входят испытательные стенды:

- промышленный роликовый для проверки мощности двигателя;
- общего диагностирования двигателей;
- роликовый тормозной;
- контроля амортизаторов;
- проверки установки колес;
- тестирования показаний спидометра;
- оценки состояния подвески и рулевого управления.

Во вторую группу входят приборы внешнего контроля:

- света фар;
- дымомер;
- четырехпараметровый газоанализатор;
- качества тормозной жидкости;
- шумомер;

- давления воздуха в шинах и в пневмоприводе тормозов.

Причем датчики давления снабжены радиопередающими устройствами. В третью группу входят устройства ввода-вывода информации:

- прибор автоматического распознавания автотранспортных средств;
- чип-карта с устройством записи и считывания информации;
- сканер для считывания информации со штрих-кодов;
- пульта дистанционного ввода информации в центральный системный блок;
- мониторы с сенсорными экранами;
- прочие сканирующие и печатающие периферийные устройства.

В дополнение ко всему перечисленному линия диагностирования комплектуется разнообразными подъемными устройствами.

12.3.2. Краткая характеристика инструментальной линии SDL 260 Bosch

Комплект оборудования фирмы Bosch для инструментального контроля технического состояния ДТЗ по техническим параметрам отвечает требованиям ДСТУ 3649-97 «Засоби транспортні дорожні. Експлуатаційні вимоги безпеки до технічного стану та методи контролю». Оборудование объединено в единую информационную замкнутую систему, которой управляет центральный процессор, а результаты измерений выводятся на соответствующие бланки протоколов и справок и заносятся в архив. Оборудование включено в Государственный реестр средств измерительной техники.

Линия инструментального контроля состоит из:

- системы анализа отработавших газов бензиновых и дизельных двигателей (ESA 3.250) или из модулей, интегрированных в стойку SDL;
- диагностической линии (SDL 260);
- прибора проверки света фар (EFLE-61);
- дистанционного управления всем ходом диагностирования;
- адаптера для включения в локальную сеть.

Дополнительно линия может иметь систему отбора отработавших газов фирмы Fischer и стенд для проверки люфтов подвески ATZ-15.

Весь процесс диагностирования выполняют в диалоговом режиме по программам, адаптированным русским языком, что проиллюстрировано в системе SDL 260. Процедура техосмотра начинается с ввода данных о клиенте и его автомобиле в базу данных. Далее, пока двигатель еще прогрет, контролируется токсичность (дымность отработавших газов на разных режимах работы двигателя) в соответствии с требованиями ДСТУ 3649-97, ДСТУ 4277:2004, ДСТУ 4276:2004.

Следующий этап – визуальный осмотр и контроль света фар. Проводится по программам, имеющим подсказки в виде пиктограмм с ручным подтверждением «хорошо/плохо».

Далее выполняется проверка на диагностической линии SDL 260, включая проверку тормозов в соответствии с требованиями ДСТУ 3649-97, и автоматическая передача результатов в базу данных.

Результаты всех проверок сохраняются в базе данных и могут быть вызваны из нее в случае повторного визита клиента. В этом случае повторно можно провести проверки, которые имели оценку «плохо» при первом контроле. Есть возможность распечатать результаты каждой проверки, которые включают данные о клиенте и автомобиле. Линию инструментального контроля можно легко интегрировать в районную и городскую информационную сеть с использованием BWN (Bosch workshop network).

Описание системы. Все компоненты линии инструментального контроля замкнуты на одну интерфейсную плату, размещенную в измерительной стойке SDL 260. Данные передаются в управляющий компьютер через последовательный порт RS-232. С прибора для проверки фар (EFLE) и прибора для анализа подвески (ATZ) данные не передаются. Результаты проверки вносятся в банк данных в диалоговом режиме.

Компоненты размещаются в таком порядке: ESA-SDL-EFLE-ATZ или SDL, включая модули газоанализатора и дымомера – EFLE-ATZ. Такое размещение объясняется тем, что, как правило, автомобиль проверяют на токсичность отработавших газов с прогревом после эксплуатации двигателем, а для проверки света фар на автомобилях с гидравлической или пневматической подвеской двигатель должен работать на средних оборотах до тех пор, пока положение автомобиля не станет неизменным. Последовательность размещения компонентов можно изменять согласно с требованиями исполнителя работ.

Процесс проверки. Проверку проводят в описанном далее порядке. Дополнительно возможен выбор отдельных этапов проверки.

1. Идентификация автомобиля на стенде SDL.

2. Проверка токсичности отработавших газов (для бензиновых и дизельных двигателей) реализуется в соответствии с ДСТУ 4277:2004.

3. Проверка на диагностической линии SDL 260.

В состав SDL 260 входит комплект оборудования:

- измерительная стойка;
- тормозной стенд BSA-332;
- стенд для проверки амортизаторов;
- стенд для оценки углов схождения колес автомобиля при измерении бокового увода и коэффициента сцепления с дорогой.

После занесения данных о владельце и автомобиле на мониторе активизируется протокол проверки на SDL 260. При этом компьютер будет ожидать результатов проверки на линии SDL: контроля состояния подвески и амортизаторов, контроля тормозов.

Оценка регулирования схождения. После проезда измерительной платформы со скоростью пешехода станет известным качество регулировки схождения по величине смещения автомобиля. Для точных результатов подвеска автомобиля автоматически разгружается. Отклонение измеряется в метрах на километр и зависит от того, в какую сторону смещается автомобиль во время движения.

Проверка состояния подвески автомобиля. На стенде для проверки амортизаторов осуществляются следующие операции:

- контроль амортизаторов по методу Eusama;
- взвешивание автомобиля;
- передача полученной информации в измерительную стойку линии для расчета удельных тормозных характеристик.

Благодаря линии инструментального контроля за 1 минуту выдается информация о коэффициенте сцепления с дорогой всех колес автомобиля в процентах и резонансная частота в Герцах.

Сначала измеряется нагрузка на каждое колесо и на мониторе высвечивается масса проверяемой оси. После этого имитируют все дорожные неровности при разных скоростях движения автомобиля.

Соответственно измеренным значениям массы выводится информация, по которой оценивают коэффициент сцепления с дорогой в процентах, и разницу значений этого коэффициента для левого и правого колес в процентах

Диагностирование тормозной системы автомобиля. Тормозной стенд позволяет проводить следующие измерения:

- сопротивление свободному качению;
- овальность тормозных барабанов;
- текущие и максимальные тормозные силы на колесах;
- неравномерность тормозных сил;
- усилие, прикладываемое к педали тормоза;
- также дает индикацию времени срабатывания тормозной системы.

Диагностирование проводят в нескольких режимах, что дает возможность точно оценить состояние тормозной системы автомобиля. Информация о результатах исследований отображается на мониторе и может быть распечатана. Тормозную систему диагностируют на роликовом тормозном стенде диагностической линии.

4. Визуальный осмотр. Реализуется вспомогательное меню «Визуальный осмотр», в котором можно оценить «хорошо/плохо» до 100 разных параметров на примере анализа люфтов подвески. Результаты проверки передают в базу данных.

5. Проверка фар. Проверяют их в соответствии с инструкцией по эксплуатации и требованиями ДСТУ 3649-97.

6. Распечатка результатов измерения. Это можно сделать на принтере диагностической линии SDL 260 в удобном для визуального восприятия виде (табличном или графическом)

7. Передача результатов в банк данных и локальную сеть. После проверки на экране результаты исследований можно записать в архив локального банка данных компьютера диагностической линии SDL 260. Дополнительно можно передать содержимое базы данных в локальную сеть с использованием средств связи сети BWN.

Фирма Bosch выпускает также подобные линии инструментального контроля для диагностирования грузовых автомобилей. На рынке технического автосервиса Украины есть много других фирм разных стран мира, которые успешно конкурируют с рассмотренными линиями инструментального контроля.

12.3.3. Линии инструментального контроля VIS 3000, NTS-520

VIS 3000 – линия инструментального контроля легковых автомобилей включает следующие компоненты:

- коммуникационный центр с цветным монитором 21», принтер, суммарный вывод всех измерений, стандартная клавиатура, система питания;
- амортизаторный стенд;
- тормозной стенд;
- стенд проверки увода колес автомобиля;
- инфракрасное дистанционное управление в комплекте с датчиком по диагностике усилия нажатия на педали тормоза.

Кроме того, дополнительное оборудование:

- люфтомер;
- электронное весовое измерение;
- газоанализатор;
- мотор-тестер;
- дымомер;
- стенд регулировки фар.

Линия инструментального контроля NTS-520 (табл. 12.7) позволяет определить реальное техническое состояние подвески и агрегатов легковых автомобилей, в том числе подержанных. Совместно с клиентом за 15 минут проводится диагностика автомобиля, а ее результаты визуально отображаются, протоколируются и сохраняются, причем предусмотрена цветовая индикация состояния узлов автомобиля, например, зеленый цвет – положительная оценка, красный цвет – отрицательная. В случае необходимости можно сразу определить объем ремонта и предложить клиенту выполнить эти работы.

Таблица 12.7

Технические характеристики линии инструментального контроля NTS-520

Параметры	Значение
Диагностическая платформа	
Допустимая нагрузка на ось	2,0 т
Допустимая нагрузка на колесо	1,0 т
Мощность подключения	5,5 кВт
Подключение к сети	3-х фазный ток
Напряжение	400 В
Частота	50 Гц
Предохранитель на входе	20 (25) АТ
Операционная температура	5-40 °С
Устройство управления и индикации	
Габариты	1340×565×535 мм
Монитор	17», разворот на 30°
Масса	≈100 кг

Параметры	Значение
Тестер подвески	
Максимальная нагрузка на ось	2,0 т
Максимальная нагрузка на колесо	1,0 т
Значение измерения	0-100%, сцепление с дорогой и сила веса
Амплитуда колебаний	6 мм (2 амплитуды)
Частота колебания	25 Гц
Мощность электродвигателя	2,5 кВт
Длительность цикла измерения	30 с
Масса	≈330 кг
Тестер увода	
Максимальная нагрузка на ось	2,5 т
Максимальная нагрузка на колесо	1,25 т
Значение измерения от -15 до +15 м/км, боковой увод	
Разрешение 0,1 м/км	
Масса ≈75 кг	

Диагностическая линия управляется компьютером, производительности которого достаточно для подключения к нему дополнительных измерительных модулей.

Модульный принцип построения системы тестирования позволяет ее усовершенствовать до комплексного обслуживающего и диагностического центра, благодаря возможности накапливать модули по мере их выпуска, их взаимозаменяемости и доступу к клиентской базе данных.

Возможна установка следующих модулей Nussbaum:

- тестер тормозного усилия ВТ 300/310/311 (валковые устройства с обычными и стальными валками и со взвешивающим устройством);
- тестер увода для определения величины бокового увода колес вследствие их неправильной установки;
- тестер подвески для определения состояния каждого колеса и оценки сцепления с дорожным покрытием;
- устройства для контроля и регулировки света фар автомобиля.

12.4. Диагностические комплексы

Диагностические комплексы являются наиболее совершенным решением вопроса комплексной механизации диагностических работ. В них аккумулируются лучшие достижения в области создания современного диагностического оборудования высокого технического уровня, электроники, других отраслей науки и техники, в решении технологических, организационных и других вопросов диагностирования автомобилей и использования диагностической информации на автопредприятиях, а также автомобильной промышленности (в части совершенствования контролепригодности автомобилей).

Комплексы весьма различны по назначению, охвату объектов диагностирования автомобиля, выполняемым функциям, входящим в него компонентам, связям с системой управления АТП и т. д. Нередко сложные комплексы назы-

вают диагностическими системами.

В течение многих лет разработкой автоматизированных систем диагностирования автомобилей занимается ряд организаций России и зарубежных фирм, в том числе американская фирма «Аллен» (Allen), английская «Лейкок» (Lauscock), итальянская фирма «Фиат» (Fiat) и др.

Созданы многие образцы и разрабатываются новые различные типы автоматизированных систем диагностирования автомобилей с использованием компьютера. Однако, как показывает отечественный и зарубежный опыт разработки и использования диагностических средств, даже самые совершенные системы не могут обеспечить полную и необходимую оценку технического состояния проверяемых автомобилей без непосредственного участия персонала в процессе работы.

Фирмы разных стран считают, что такие операции, как проверка установки фар, тормозов, степени износа шин, правильности установки управляемых колес и некоторых других параметров и агрегатов автомобиля могут быть полностью автоматизированы. В то же время многие проверки не могут быть автоматизированы и требуют непосредственного участия персонала, выполняются путем осмотра, прослушивания, на ощупь или с применением простейших контрольных приборов, приспособлений (например, контроль поверхностей на отсутствие коррозии, вмятин и повреждений окраски, состояния гидро- или пневмопривода тормозной системы и др.).

Поэтому любая автоматизированная система должна состоять из комплекса автоматических аппаратов и ручного устройства для передачи результатов осмотра и других операций, выполняемых оператором, автоматической системе.

Считается, что наибольший эффект в таких разработках может быть достигнут при активном совместном сотрудничестве фирм автомобильной промышленности с фирмами, выпускающими диагностическое оборудование и электронно-вычислительную технику. Подтверждением этого является опыт работы концерна «Фольксваген» (Германия), выпускающего легковые автомобили, в том числе снабженные штекерным разъемом и встроенными датчиками [64].

Автоматизированная система диагностирования легковых автомобилей со штекерным разъемом и встроенными датчиками, разработанная этой фирмой, относится к типу систем с автоматизированным сбором, обработкой и выдачей результатов контроля. Она построена на базе роликового стенда этой фирмы для оценки тяговых качеств автомобиля, имеет компьютер и измерительные автоматы, подсоединяемые с помощью штекерного разъема к автомобилю. Система установлена на одном рабочем посту, в ее состав входит следующее оборудование:

- электронный прибор управления и измерения, выполненный по интегральной схеме и включающий считывающее устройство для снятия характеристик (также управляющее определенными действиями);
- элементы управления (печатные клавиши, постановщик цифр, сигнальные лампочки);
- ряд электронных приборов;

- печатающее устройство для заполнения формуляра (в формуляре фиксируется значение измеренного параметра и оценка «годен», «негоден»);
- прибор для проверки правильности установки колес с фототранзисторами и расшифровочной матрицей;
- соединительный кабель;
- ручной прибор оператора с дистанционным управлением, снабженный окном с перечнем проверок и служащий для передачи результатов осмотра печатающему устройству;
- указатель температуры;
- проекторы;
- световое табло, на которое выносятся результаты проверки для клиентов.

Автоматически и вручную фиксируются 82 позиции проверок автомобиля.

Система при помощи штекера, имеющего 21 вывод, соединяется с центральным штекерным разъемом автомобиля. До начала контроля в систему вставляют носитель данных технических характеристик соответствующей модели автомобиля (магнитный или другого типа), который затем управляет процессом диагностирования. Результаты проверки сравниваются с нормативными и отражаются в формуляре.

При помощи датчиков проверяются системы электрооборудования и зажигания, компрессия в цилиндрах двигателя, уровень электролита в аккумуляторной батарее и др.

Компрессия в каждом цилиндре оценивается по величине тока, поступающего на свечи зажигания при работе прогретого двигателя.

Устройство для проверки схождения и развала колес снабжено фототранзисторами, которые улавливают световой луч, отраженный от зеркального отражения колеса.

Система обеспечивает:

- сокращение продолжительности диагностирования примерно в 3 раза по сравнению с его проведением с помощью традиционных средств и методов;
- повышение достоверности результатов контроля;
- выдачу результатов на печатном бланке;
- возможность программирования проверок.

Серия оборудования ДСА фирмы «СЕМВ» (Италия) была специально разработана для профессионалов в области диагностики автомобилей. Основной отличительной особенностью линии ДСА является ее «модульная» гибкость, т. е. возможность установки линии, состоящей только из одного узла (тормозного стенда или стенда проверки подвески) с последующим присоединением остальных элементов.

Мощный промышленный компьютер, оснащенный 20-дюймовым цветным монитором с высокой разрешающей способностью, объединяет и контролирует различные испытательные элементы, обрабатывая получаемые данные и выдавая наглядный простой сертификат испытания параметров автомобиля.

Программа, заложенная в компьютер, предусматривает многочисленные возможности удовлетворения любых требований оператора.

Общий вид линии компьютеризованной диагностики автомобилей ДСА фирмы «СЕМВ» представлен на рис. 12.5.

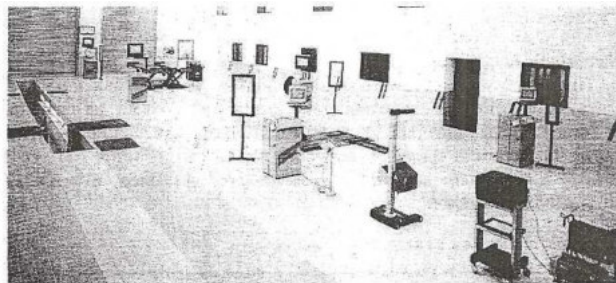


Рис. 12.5. Линия компьютеризованной диагностики автомобилей ДСА фирмы «СЕМВ»

Элементы линии ДСА.

Барабанный тормозной стенд ДСА-FR. Технические данные:

- осевой вес автомобиля 4000 кг;
- диапазон тормозного усилия 0-6000 Н;
- ширина платформы 800-2200 мм.

Стенд включает в себя датчик измерения усилия на тормозной педали, подключенный непосредственно к компьютеру, что обеспечивает полную диагностику тормозов.

Стенд для проверки схождения по боковой силе ДСА-Д предназначен для испытания автомобиля осевым весом 2500 кг. Производит измерение бокового смещения (в метрах на километр) одного колеса по отношению к другим. Состоит из двойной вибропластины, которая устраняет силы, действовавшие на колесо до испытания. Угол схождения колес определяется как угол между линией, проведенной через плоскость колеса, и продольной осью автомобиля.

Стенд для испытания подвески ДСА-S. Технические данные:

- двигатели 2-3 кВт;
- осевой вес автомобиля 2000 кг.

Область применения: легковые автомобили, микроавтобусы и малотоннажные грузовики. Результаты показываются на дисплее и распечатываются, в том числе график сцепления как функции рабочей частоты. «Принцип сцепления» является единственным методом, упрощающим оценку эффективности автомобильной подвески. Стенд ДСА-S автоматически определяет и передает на центральный прибор диагностики ДСА все данные, относящиеся к обоим осевым весам автомобиля, для использования их в сочетании с данными, получаемыми на тормозном стенде.

Газоанализатор ДСА-5000. Технические данные:

- измерение показаний CO, CO₂, HC, O₂;
- определение O₂;
- измерения концентрации NO, NO₂, NO_x;
- время снятия показаний – 10 с.

Фирма Guiliano (Италия) выпускает линию инспекторского контроля модель Silver Roller. На этой линии можно определить «боковой увод» колеса, проверить давление в шинах и при необходимости подкачать их, проверить амортизаторы автомобиля, тормоза, муфты в рулевом управлении, правильность установки и силу света фар (рис.12.6).

На рис. 12.6 приняты следующие обозначения: 1 – въездные ramпы; 2 – стенд «бокового увода» колеса; 3 – электронное устройство для накачивания шин; 4 – стенд проверки амортизаторов; 5 – тормозной (4×4) стенд; 6 – компьютерный командный блок; 7 – панель управления электрогидравлическим подъемником; 8 – электрогидравлический подъемник; 9 – люфт-детектор; 10 – подиум для устройства проверки регулировки фар; 11 – выездные ramпы.

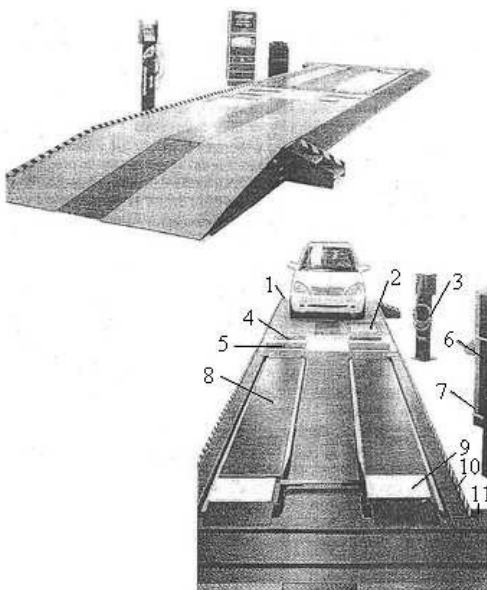


Рис. 12.6. Линия инспекторского контроля фирмы Guiliano (Италия), модель Silver Roller

12.5. Оборудование комплектования постов инструментального контроля автомобилей

12.5.1. Стенды для диагностирования ходовой части автомобиля

Многие модели диагностического оборудования для контроля технического состояния ходовой части приведены в подразделе 6.5.2. Технические характеристики стендов PMS (рис. 6.19) для диагностирования углов установки колес приведены в табл. 6.12, стенда фирмы HOFMANN, модель DYNALINER 288 – в табл. 6.11. На рис. 6.21 приведен вид стенда для измерения углов установки колес фирмы Beissbarth (Германия). Платформенный стенд модели K-619 приведен на рис. 6.16. Вид стенда для диагностирования зазоров в ходовой части типа APD700-1 приведен на рис. 6.20. Хорошо зарекомендовали себя в работе стенды FWA 411, FWA 510, FWA 515 фирмы Bosch.

На рис. 12.7 представлен стенд для проверки правильности установки колес фирмы HOFMANN, модель DYNALINER 288 (Германия).

Стенд предназначен для измерения параметров колес передней оси или всех колес относительно геометрической оси движения легковых автомобилей с высокой точностью и микропроцессорной обработкой полученных значений.

Для установки колес необходим подъемник без боковых стоек. Подъемник модели Parolist 3500 в комбинации со стендом представляет идеальное оборудование.

Все данные измерений задаются с помощью удобной клавиатуры. Банк номинальных значений содержит данные по 640 типам автомобилей и может быть дополнен информацией еще о 124 типах. Измерения могут проводиться с обычной «стандартной точностью» и переключаться на режим «высокой точности» для распознавания малых отклонений от номинала. Неправильные включения сопровождаются акустическим и оптическим сигналами.

Протокол обслуживания содержит номинальные и фактические данные измерений параметров.

Комплексы диагностических средств используются для диагностики узлов и агрегатов автомобилей, обеспечивающих безопасность его движения. Например, фирма Seppeler (Германия) выпускает испытательную дорожку с микропроцессором (табл. 12.8).



Рис. 12.7. Стенд для проверки правильности установки колес фирмы HOFMANN, модель DYNALINER 288

Таблица 12.8

Технические характеристики диагностического комплекса фирмы Seppeler

Параметры	Значение
Диагностические платформы	
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм	1000×600×60
Напряжение тока, В	220
Частота тока, Гц	50
Стенд для испытания амортизаторов	
Нагрузка на колеса, кг	1000
Рабочее давление, Мпа	0,8
Напряжение тока, В	220
Частота тока, Гц	50
Стенд для испытания тормозов	
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм	685×2460×310
Рабочая ширина, мм	800-2200
Нагрузка на ось, т	до 3,0
Мощность электропривода, кВт	2×4,0
Скорость испытаний, км/ч	5,5
Напряжение тока, В	380
Частота тока, Гц	50

Испытательная дорожка предназначена для определения схождения колес, испытания амортизаторов, диагностики тормозов автомобилей всех типов с печатанием протокола испытаний.

В испытательную дорожку встраиваются: диагностические платформы для определения схождения колес **SD 60.2**; стенд для испытания амортизаторов **ST 60.2**; испытательный стенд для тормозной системы **B.60.FD**.

Заключение о состоянии амортизаторов и системы пружин (рессор) автомобиля выводится компьютером.

Стенд имеет дистанционное инфракрасное управление и управление отдельными колесами с места водителя. Предусмотрена возможность выдачи оценки состояния системы тормозов (в процентах и кН) отдельной оси и всего автомобиля, оценки состояния ручного тормоза (в процентах и кН), анализа неравномерности действия колес при четырех различных нагрузках и автоматического определения разницы срабатывания тормозов (в процентах), а также немедленный вывод на экран сообщений о неисправностях стенда.

12.5.2. Средства диагностирования подвески на линии SDL 260

Линия инструментального контроля (ЛИК) фирмы Bosch SDL 260 (рис. 12.8) предназначена для оценки технического состояния автомобиля, а именно ходовой части рабочей и стояночной тормозных систем.

Линия SDL 260 состоит из измерительной стойки (1), тестера бокового смещения (2), тестера подвески (3), и стенда тормозной системы (4) (рис. 12.8). Технические характеристики SDL 260 приведены в табл. 12.9.

Дополнительно ЛИК может быть укомплектован устройством для измерения усилия на педаль тормоза с пультом дистанционного управления (ДУ).

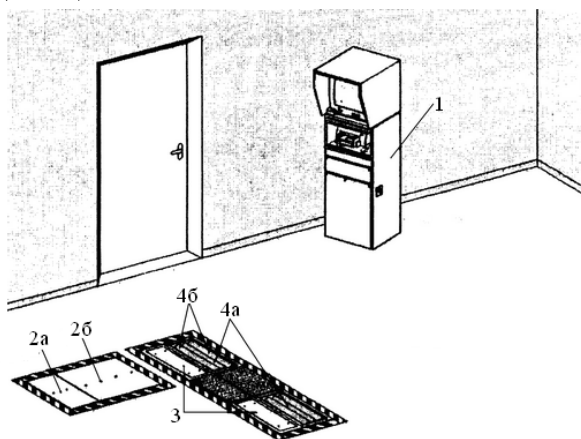


Рис. 12.8. Линия SDL 260:

1 – измерительная стойка с электронным блоком управления, персональным компьютером, монитором и принтером; 2 – тестер бокового смещения (а – компенсационная платформа, б – измерительная платформа); 3 – тестер подвески колес; 4 – стенд тормозной системы (а – ролики; б – барабаны)

Таблица 12.9

Технические характеристики SDL 260

Параметры	Значение
Общие технические характеристики	
Допустимая осевая нагрузка	2,0 т
Допустимая нагрузка на колесо	1,0 т

Параметры	Значение
Общая потребляемая мощность проверочной системы	5,5 кВт
Питание от сети	трехфазный переменный ток
Напряжение	400 В
Частота	50 Гц
Предохранитель (предусматривается пользователем)	20 А
Уровень звукового давления LPA	70 дБА
Минимальная колея автомобиля	800 мм
Максимальная колея автомобиля	2000 мм
Устройство управления и индикации	
Устройство управления (высота×длина×ширина)	1340×562×536 мм
Общие габариты (высота×длина×ширина)	1821×562×536 мм
Монитор	17", с поворотом на 30°
Масса измерительной стойки	приблизительно 100 кг
Рабочий диапазон температур	от +5 до +40 °С
Тестер бокового смещения	
Максимальная осевая нагрузка	2,5 т
отвечает нагрузке на колесо	1,25 т
Результаты, вид измерений	–15... +15 м/км, боковое отведение
Разрешающая способность	0,1 м/км
Масса	приблизительно 75 кг
Тестер подвески колес	
Максимальная осевая нагрузка	2,0 т
Нагрузка на колесо	1,0 т
Результаты, вид измерений	0...100 % сцепление с землей или опорной поверхностью и масса
Размах колебаний	6 мм (две амплитуды)
Частота колебаний	25 Гц
Номинальная мощность мотора	2,5 кВт
Масса	около 330 кг в сборе
Длительность измерительного цикла на ось	около 30 с
Стенд для анализа тормозной системы. Привод роликов BSA 250	
Максимальная осевая нагрузка	3,0 т
Максимальная тормозная сила на колесо	5 кН
Проверочная скорость	3,3 км/ч
Минимальный размер испытуемого колеса	440 мм или 10"
Максимальный размер испытуемого колеса	800 мм или 18"
Коэффициент передачи (сыро/сухо)	более 0,5/более 0,7
Диаметр ролика	200 мм
Номинальная мощность двигателя	2×2,5 кВт
Максимальная осевая нагрузка для коэффициента торможения 50%	2,0 т
Масса	370 кг

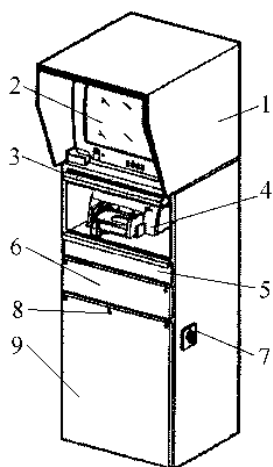


Рис. 12.9. Измерительная стойка:

1 – кожух для монитора (дополнительные принадлежности); 2 – монитор; 3 – металлическая крышка отделения для принтера (дополнительные принадлежности); 4 – принтер; 5 – выдвижная подставка для клавиатуры; 6 – системный блок персонального компьютера (ПК); 7 – основной включатель; 8 – инфракрасный приемник; 9 – электронный блок управления (ЭБУ)

На измерительной платформе осуществляется измерение бокового смещения с помощью датчика (3) (см. рис. 12.10), который регистрирует поперечное смещение автомобиля относительно направления движения в метрах на километр (м/км). Переезжаемый контакт (5), зашелкивающийся под весом автомобиля при проезде по компенсационной платформе, подает сигнал ЭБУ о том, что автомобиль находится на компенсационной платформе и начинаются измерения.

Тестер подвески состоит из двух платформ: для левого (1) и правого (2) колес автомобиля (рис. 12.11).

Измерение начинается, когда автомобиль колесами одной из осей окажется на платформах тестера подвески. Сначала платформы играют роль весов, то есть измеряют статическую нагрузку на ось (в килограммах), потом для имитации дорожных условий создается

Эксплуатация линии SDL 260 может происходить из транспортного средства с помощью пульта дистанционного управления (дополнительные принадлежности). Инфракрасный приемник (8) устанавливается на измерительной стойке (рис. 12.9). Максимальная дальность действия пульта составляет 10 м до измерительной стойке.

В измерительной стойке установлен электронный блок управления (9) для коммуникации с контрольными устройствами, а также системный блок персонального компьютера (6). Для индикации предусмотрен монитор (2). Кроме того, подключена клавиатура (5) для ввода данных на персональный компьютер (ПК) и принтер (4) – для вывода результатов измерений (см. рис. 12.9).

Тестер бокового смещения состоит из компенсационной (1) и измерительной (2) платформ (рис. 12.10).

Компенсационная платформа нейтрализует действующие на шину поперечные силы и деформации, которые не должны учитываться при измерении бокового смещения.

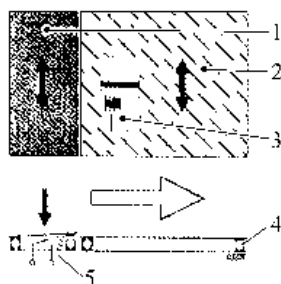


Рис. 12.10. Тестер бокового смещения:

1 – компенсационная платформа; 2 – измерительная платформа; 3 – датчик; 4 – опора; 5 – переезжающий контакт

вибрационное возбуждение.

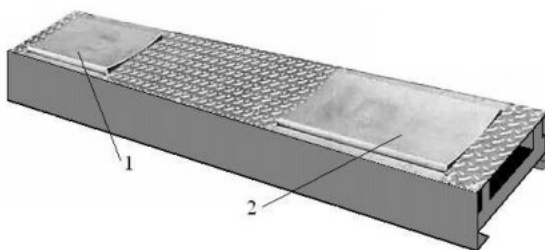


Рис. 12.11. Тестер подвески:

1 – платформа для левого колеса; 2 – платформа для правого колеса

Стенд для анализа тормозной системы, входящий в состав линии инструментального контроля SDL 260, описан в подразделе 12.5.3.

12.5.3. Модели выпускаемых тормозных стендов

Основные зарубежные средства диагностирования тормозных систем автомобилей представлены в табл. 12.10.

Таблица 12.10

Линии технического контроля автомобилей

Наименование и назначение средств диагностирования	Производитель
Тормозной стенд для легковых автомобилей BSA 250, BSA 251	Германия – Bosch
Стенды BSA 305 для анализа тормозных систем легковых автомобилей и микроавтобусов	Германия – Bosch
Профессиональный стенд BSA 331 для анализа тормозных систем легковых и грузовых автомобилей с нагрузкой на ось до 16 т	Германия – Bosch
Датчик для выдачи измеряемого сигнала усилия на педаль BSA 100	Германия – Bosch
Комбинированный стенд BSA 332N для контроля тормозных систем легковых и грузовых автомобилей с нагрузкой на ось до 18 т	Германия – Bosch
Прибор контроля качества тормозной жидкости BFT	Германия – Maha
Тормозные стенды серии IW2	Германия – Maha
Прибор контроля АБС Bosch KDAS 003	Германия – Bosch
Прибор для испытания тормозов BREKON 30-2	Германия – Hofmann
Стенд автоматического испытания тормозов BREKON 1,3 AS/1,5 RS; оборудован электронной системой измерений для легковых и грузовых автомобилей с нагрузкой на ось до 4 т (1,3 AS) и 6 т (1,5 RS)	Германия – Hofmann
Прибор для испытания тормозов BREKON 131	Германия – Hofmann
Прибор для испытания тормозов BREKON 232	Германия – Hofmann
Прибор для испытания тормозов BREKON 233	Германия – Hofmann
Модульная тестовая линия SAFELINE	Германия – Hofmann
Тормозной силовой стенд CTC-2	Россия – ОАО «ГАЗО»

Наименование и назначение средств диагностирования	Производитель
Тормозной силовой стенд СТС-10	Россия – ОАО «ГАПО»
Тестер SCB 4000 для определения качества тормозной жидкости классов DOT4 и Супер DOT4 (DOT4 Плюс)	США – SUN
Тестер SCB 2000 для контроля свойств охлаждающей жидкости и электролита АКБ	США – SUN
Устройства КИ-12372 и КИ-8938 для определения технического состояния опорной системы тормозов и времени срабатывания тормозного привода	Россия – ОАО «ГАПО»

Роликовые стенды испытаний тормозной системы автомобилей приведены на рис. 3.14.

Стенд для анализа тормозной системы, который входит в состав линии инструментального контроля фирмы Bosch SDL 260, состоит из комплекта барабанов (2, 3), чувствительных роликов (5, 8) (рис. 12.12 [19]). Технические характеристики стенда приведены в табл. 12.9.

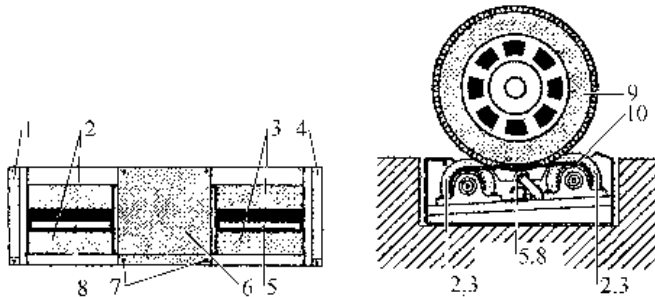


Рис. 12.12. Тормозной стенд:

1 – покровный щит слева; 2 – барабаны для левого колеса; 3 – барабаны для правого колеса; 4 – покровный щит справа; 5 – чувствительный ролик для правого колеса; 6 – центральный покровный щит; 7 – болты крепления; 8 – чувствительный ролик для левого колеса; 9 – проверяемое колесо; 10 – цепь

Приводные двигатели комплекта барабанов включаются в процессе проверки, когда транспортное средство, въезжая на комплекты барабанов, надавливает на чувствительные ролики (5, 8). После этого автоматически включаются приводные двигатели для комплектов барабанов. Когда автомобиль съезжает с комплекта барабанов, чувствительные ролики (5, 8) снова поднимаются. Приводные двигатели автоматически выключаются.

Конструкцией предусмотрена защита барабанов (2, 3). Из-за достаточно высокого коэффициента трения даже при незначительной осевой нагрузке сила торможения слишком велика. Как только прилагаемая тормозная сила начинает превышать силу трения между колесом (9) и барабанами (2, 3), колесо начинает проскальзывать и затем блокируется.

Автоматическое выключение вследствие проскальзывания предотвращает получение ошибочных результатов измерений и повреждение шин.

Чувствительный ролик выполняет 2 функции:

- при нажатии на чувствительные ролики на испытательный стенд посылается сигнал о нахождении транспортного средства на комплекте роликов и о его готовности к измерению. Запуск электродвигателей возможен только при нажатых чувствительных роликах;
- чувствительный ролик также необходим для точной регистрации скорости колеса.

Как только прилагаемая тормозная сила начинает превышать силу трения между колесом и барабанами, колесо начинает проскальзывать. Наивысшее значение переданной силы составляет приблизительно 20% от силы проскальзывания. Благодаря чувствительным роликам эта разница определяется частотой вращения и электродвигатели выключаются при достижении регулируемой границы проскальзывания.

При проверке тормозной системы, согласно ДСТУ 3649-97, необходимо измерять усилие нажатия на педаль тормоза. Для этого в комплектацию линии дополнительно входит устройство для измерения усилия на педаль тормоза. Устройство состоит из датчика, с помощью которого измеряется усилие нажатия ноги оператора на педаль тормоза, и блока с дистанционным управлением, с помощью которого происходит беспроводная передача значения этого усилия в измерительную стойку линии.

12.5.4. Газоанализаторы

Газоанализаторы бывают 1-, 2-, 3-, 4-, 5-компонентные. Измеряемые компоненты выхлопных газов: CO, CH, CO₂, O₂, N_{ox}. Все современные бензиновые автомобили (за исключением автомобилей с непосредственным впрыском топлива в цилиндры и послойным распределением смеси) на установившихся режимах (кроме режима полной нагрузки) должны работать при стехиометрическом соотношении «воздух-топливо» ($\lambda=1$). Причем точность поддержания этого соотношения достаточно высока ($\lambda=0,97... 1,03$). Лямбда (λ) – это интегральный параметр, позволяющий оценить качество рабочей смеси.

Анализируя состав отработавших газов многокомпонентным газоанализатором, можно сделать выводы о процессе сгорания и составе топливной смеси. Анализ различных компонентов, содержащихся в отработавших газах, может также дать сведения о техническом состоянии двигателя.

Для задач диагностики правильным будет использовать 4- и 5-компонентные газоанализаторы, причем те, которые способны рассчитывать коэффициент Лямбда.

Внешний вид газоанализатора DIAGAZ представлен на рис. 12.13.

Прибор состоит из системы пробоотбора и пробоподготовки, блока измерительного и блока электронного.

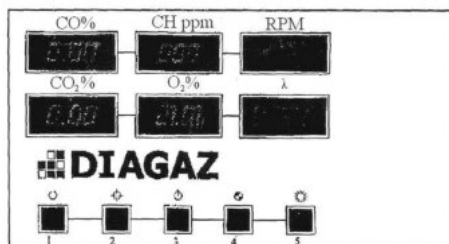


Рис. 12.13. Газоанализатор – вид спереди

Конструктивно газоанализатор выполнен в металлическом корпусе, предназначенном для установки на горизонтальной поверхности (столе). Система пробоотбора и пробоподготовки газоанализатора включает газозаборный зонд, пробоотборный шланг, фильтр-влагоотделитель N 204-F 10, фильтр грубой очистки GB-202, фильтр тонкой очистки ОВ-702, электроклапан трехлинейный двухпозиционный, побудитель расхода газа двухкамерный, тройник, два пневмосопротивления, электрохолодильник, кювету, датчик кислорода.

Принцип действия датчиков объемной доли (CO , CO_2 , углеводородов) – оптико-абсорбционный, датчика определения концентрации кислорода – электрохимический, а принцип действия датчика частоты вращения коленчатого вала основан на индуктивном методе определения частоты импульсов тока в системе зажигания.

Измерительный блок содержит оптический блок, в котором есть излучатель, измерительная кювета, фокон, пироэлектрический приемник излучения. Излучение модулируется обтюратором, в котором размещены интерференционные фильтры. Оптическая и газовая схемы прибора приведены на рис. 12.14, а газовая схема газоанализатора – на рис. 12.15. В измерительном блоке также размещен электрохимический датчик кислорода.

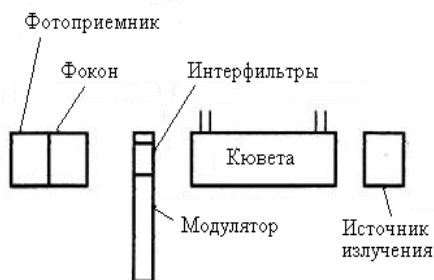


Рис. 12.14. Оптическая схема газоанализатора

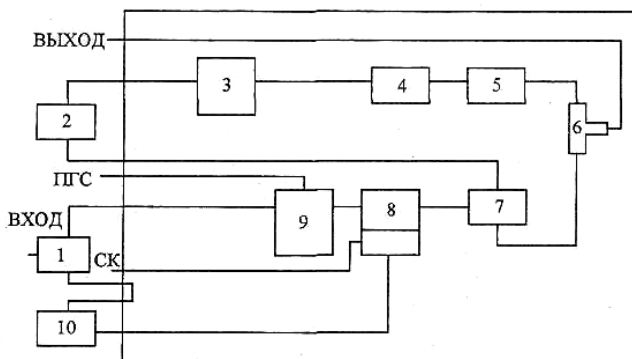


Рис. 12.15. Газовая схема газоанализатора:

1 – фильтр-влагоотделитель; 2, 3 – фильтры тонкой очистки; 4 – кювета; 5 – датчик кислорода; 6 – тройник; 7 – электрохолодильник; 8 – побудитель расхода; 9 – электроклапан; 10 – фильтр грубой очистки

Электронный блок предназначен для измерения выходных сигналов первичных преобразователей газоанализаторов DIAGAZ, обработки и представления результатов измерения.

Газоанализатор DIAGAZ содержит:

- блок питания постоянного тока напряжением (12+2,8/-1,2) В;

- блок питания переменного тока напряжением (220+22/-33) В, частотой (50±1) Гц;
- блок предварительного усиления сигнала пирозлектрического приемника;
- микропроцессорный контроллер, в том числе выполняющий функцию измерения частоты вращения коленчатого вала двигателя;
- шесть светодиодных индикаторов;
- клавиатуру;
- датчик температуры;
- датчик абсолютного давления;
- цифровой выход для связи с компьютером через разъем RS-232.

Клавиатура содержит кнопки: 1, 2, 3, 4, 5 (нумерация начинается с левого края). Газоанализатор имеет следующие режимы работы, заложенные в меню контроллера:

- измерение;
- выбор параметров для настройки.

Меню контроллера содержит следующие регулируемые параметры: СО-усиление; СО-нелинейность; СН-усиление; СН-нелинейность; СО₂-усиление; СО₂-нелинейность; О₂-усиление; О₂-нелинейность.

Анализируемый газ поступает в кювету для анализа, где определяемые компоненты, взаимодействуя с излучением, вызывают его поглощение в соответствующих спектральных диапазонах. Потоки излучения характерных областей спектра выделяются интерференционными фильтрами и преобразуются в электрические сигналы, пропорциональные концентрации анализируемых компонентов. Электрохимический датчик при взаимодействии с кислородом выдает сигнал, пропорциональный концентрации кислорода. Величина λ вычисляется газоанализатором автоматически по измеренным СО, СН, СО₂ и О₂.

Анализируемый газ из выхлопной трубы автомобиля поступает в газозаборный зонд, снабженный зажимом для закрепления последнего на выхлопной трубе автомобиля. Из газозаборного зонда проба газа проходит по поливинилхлоридной трубке через фильтр-влагоотделитель, электроклапан трехлинейный двухпозиционный, камеру побудителя расхода (насоса), электрохолодильник, два фильтра тонкой очистки (один из них внутри прибора) и поступает в кювету и датчик кислорода, откуда через тройник выбрасывается на выход. Основная часть конденсированной влаги из фильтра-влагоотделителя проходит через фильтр грубой очистки, камеру побудителя расхода и удаляется через штуцер СК (рис. 12.15). Некоторая часть конденсированной влаги непрерывно автоматически удаляется из электрохолодильника побудителем расхода через тройник за пределы прибора через штуцер ВЫХОД. Продувка прибора воздухом в автоматическом режиме осуществляется через штуцер ПГС.

Современные газоанализаторы высокого класса, кроме надежности и удобства в работе, имеют множество дополнительных функций. Они могут измерять частоту вращения коленчатого вала двигателя, температуру масла, а также запоминать промежуточные протоколы измерений и передавать результаты на персональный компьютер или печатать их на встроенном принтере.

АВГ-4-2.01 – газоанализатор четырехкомпонентный. Предназначен для контроля отработавших газов бензиновых двигателей автотранспортных средств. Прибор четырехкомпонентный (CO, CH, CO₂, O₂), технические характеристики прибора приведены в табл. 12.11. Прибор имеет канал для измерения частоты вращения коленчатого вала и температуры масла в картере двигателя, обеспечивает расчет λ -параметра, высокую надежность, стабильность показаний, малую инерционность, сброс конденсата, автоматическую калибровку и установку нуля, надежную систему фильтрации пробы, передачу данных на персональный компьютер через разъем RS-232. Результаты измерений на всех установленных стандартом режимах отображаются на экране дисплея и передаются в центральный процессор. Прибор по заказу оснащается обогреваемым пробоотборным шлангом ТШ-5-220 с зондом для работы при -20 °С.

Таблица 12.11

Технические характеристики газоанализатора АВГ-4-2.01

Контролируемые параметры	Диапазон изменений	Максимальная погрешность
Содержание окиси углерода (CO), объемных долей, %	0-7,0	±6%
Содержание углеводородов (CH), гексанпропан, ppm	0-3000	±6%
Содержание двуокиси углерода (CO ₂), объемных долей, %	0-16	±6%
Содержание кислорода (O ₂), объемных долей, %	0-21	±6%
Коэффициент сгорания топлива, λ -параметр	0-2	
Частота вращения коленчатого вала, мин ⁻¹	0-12000/0-6000	±2,5%
Контроль температуры масла в двигателе, °С (опция)	20-100	±2,5%
Электропитание, В	-12/~220	+1,2/-33...+22%
Габариты (ширина×высота×длина, мм/масса, кг)	355×180×330/10	
Время непрерывной работы, ч	12	

12.5.5. Оборудование для контроля фар

При диагностировании системы освещения особое внимание уделяется состоянию фар, которое влияет на безопасность движения, то есть контролируется направление и сила светового потока. Приборы контроля света фар (например, К-310, рис. 8.9) основаны на фотометрическом методе измерений. Такой прибор устанавливают строго на высоте фар так, чтобы его оптическая ось была параллельна продольной оси машины (рис. 12.16). Линза прибора фокусирует свет фары на фотозlemente, расположенном в центре экрана. Полученный электрический сигнал с фотозlementa поступает на стрелочный миллиамперметр, фиксирующий силу светового потока.

Для контроля света фар используются различные типы приборов, например, ПРАФ-3 и его модификации, К-303

, К-310, а также Motex-7535 (Чехия), Visor-091 (бывшая Югославия), приборы серии ОМА (Италия), FOCUS фирмы DIP DIVISION (Италия), KS-20 (Польша).

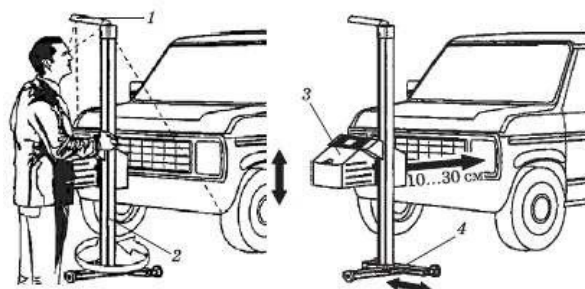


Рис. 12.16. Установка прибора для проверки света фар:

1 – ориентирующее приспособление; 2 – поворотный штатив; 3 – оптическая камера; 4 – тележка для перемещения по полу

Прибор К-303 обеспечивает контроль установки фар по смещению светового пятна на экране и измеряет силу света при помощи фотометра (рис. 12.17).

Минимальная и максимальная высота оси оптической камеры соответственно 250 и 1150 мм.

Ориентирующим устройством для контроля установки прибора перед фарой является щелевой прожектор, установленный на оптической камере прибора.

Прибор К-310 тоже предназначен для определения силы света и направления светового потока фар (см. рис. 8.9).

Ориентация прибора производится широкоугольным визиром. Пределы высоты установки оптической камеры составляют 300 и 1150 мм. Определение направления светового потока осуществляется по световому пятну на экране прибора.

По сравнению с К-303 прибор К-310 отличается повышенной точностью регулирования фар и меньшей массой. Кроме того, он более удобен в эксплуатации, однако уже снят с производства в связи с тем, что устарел.

Прибор ПРАФ-3 имеет высокую точность ориентации относительно продольной оси автомобиля и отличается хорошими метрологическими показателями измерения. Погрешность ориентации прибора относительно продольной оси автомобиля $\pm 0,25^\circ$ по вертикали. Диапазон перемещения центра объектива оптической камеры (по высоте) составляет 400-1200 мм. Прибор измеряет силу света фар в диапазоне 0-6000 и 0-46000 кд; погрешность измерения силы света в 5000 кд равна $\pm 10\%$.

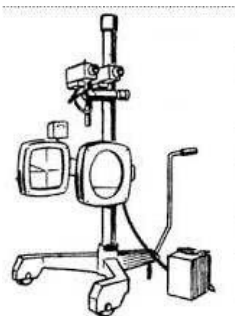


Рис. 12.17. Общий вид прибора К-303 для контроля фар

Прибор ПРАФ-9 (рис. 12.18) позволяет контролировать следующие параметры фар дальнего и ближнего света, противотуманных фар и светосигнальных приборов:

- направление светового пучка фар всех типов распределения;
- силу света внешних световых приборов в направлении оптической оси прибора (фар дальнего и ближнего света, габаритных огней);
- погрешность составляет $\pm 1,3^\circ$ по горизонтали и $\pm 0,5^\circ$ по вертикали.

Диапазон перемещения центра объектива оптической камеры (по высоте) составляет 220... 1200 мм. Диапазон измерения положения оптической оси фары в горизонтальной плоскости ± 300 мм, а в вертикальной плоскости (вверх и вниз) соответственно 250 и 400 мм.

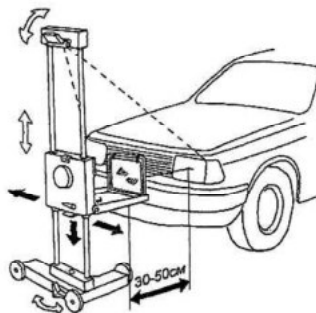


Рис. 12.18. Установка прибора ПРАФ-9 перед легковым автомобилем

Прибор KS-20 по сравнению с отечественными приборами ПРАФ-3, К-303 и К-310 имеет повышенные погрешности измерения, худшие показатели ориентации и заниженный рабочий диаметр линзы. Кроме того, прибор не обеспечивает возможность измерения силы света габаритных фонарей.

Для контроля и регулировки света фар автомобилей часто применяются приборы итальянской разработки, например, модели FOCUS фирмы DIP DIVISION (рис. 12.19, а). Тип прибора – передвижной, автоматический.

На рис. 12.19 (б, в) приведены типы приборов для контроля и регулировки света фар автомобилей (последних выпусков фирмы ОМА).



а



б



в

Рис. 12.19. Прибор для контроля и регулировки света фар модели FOCUS (а), ОМА 684А (РН2084/Д) со щелевым визиром (б), РН2066/Д/Л2 с лазерным визиром (в)

ОМА 684А (РН2084/Д) – оптико-механический прибор для контроля и регулировки света фар. Диапазон перемещения измерительного прибора по высоте: 250/1200 мм. Линза Polycarbonate. Оснащен оптическим визиром и цифровым люксметром.

РН2066/Д/Л2 – оптико-механический прибор для проверки и регулировки света фар. Диапазон перемещения измерительного прибора по высоте:

250/1500 мм. Сферическая линза 200 мм. Оснащен лазерным визиром, цифровым люксметром и лазерным указателем.

Контрольные вопросы

1. Приведите типовой состав комплектов средств инструментального контроля автомобилей.
2. Какое оборудование входит в комплектацию линии ЛТК-3Л-СП-11?
3. Приведите планировку линии ЛТК-3Л-СП-11.
4. Какие заказные опции входят в типовую схему комплектации постов типа ЛТК-3Л-СП-11?
5. Проведите анализ технических характеристик стандов российского производства ЛТК-3Л-СП-11, ЛТК-3Л-СП-16, ЛТК-3Л-СП-17, ЛТК-10У-СП-11, ЛТК-13Г-СП-11.
6. Опишите комплектацию постов инструментального контроля автомобилей оборудованием производства западных стран.
7. Какие измерения позволяют проводить диагностические станды тормозных систем автомобилей?
8. Какие возможности инструментального контроля линии диагностирования подвески автомобилей NTS 520?
9. Какие комплексы автоматизированных систем диагностирования выпускаются американской фирмой Аллен (Allen), английской Лейкок (Laucosck), итальянской фирмой Фиат (Fiat) и др.
10. Приведите элементы линии ДСА диагностирования тормозных систем подвески и ходовой части автомобилей.
11. Приведите технические характеристики диагностического комплекса фирмы Seppeler.
12. Назовите средства и методы диагностирования подвески на линии SDL 260 фирмы Bosch.
13. Назначение линии инструментального контроля SDL 260.
14. Принципы диагностирования на тестере подвески линии SDL 260.
15. Перечислить комплектацию и основные блоки линии SDL 260.
16. Указать – чем дополнительно может быть укомплектована линия инструментального контроля SDL 260.
17. Перечислить состав измерительной стойки линии SDL 260.
18. Из чего состоит тестер подвески колес линии SDL 260?
19. Перечислить комплектацию тормозного станда линии SDL 260.
20. Какие функции выполняет чувствительный ролик линии SDL 260?
21. Указать из чего состоит устройство для измерения усилия на педали тормоза линии SDL 260.
22. С помощью чего может происходить управление линией SDL 260?
23. Указать функции элементов управления на приборах управления линией SDL 260.
24. Описать технические характеристики SDL 260.

Литература

1. Мигаль В. Д. Техническая диагностика автомобилей: справ. пособие в 6 т. Т. 1. Дефекты и эксплуатационные неисправности / В. Д. Мигаль. – Х.: Майдан, 2012. – 374 с.
2. Мигаль В. Д. Техническая диагностика автомобилей: справ. пособие в 6 т. Т. 2. Диагностические параметры и признаки / В. Д. Мигаль. – Х.: Майдан, 2012. – 420 с.
3. Мигаль В. Д. Техническая диагностика автомобилей: справ. пособие в 6 т. Т. 3. Методы диагностирования / В. Д. Мигаль. – Х.: Майдан, 2012. – 548 с.
4. Мигаль В. Д. Техническая диагностика автомобилей: справ. пособие в 6 т. Т. 4. Средства диагностирования (книга 1) / В. Д. Мигаль. – Х.: Майдан, 2012. – 596 с.
5. Мигаль В. Д. Техническая диагностика автомобилей: справ. пособие в 6 т. Т. 5. Средства диагностирования (книга 2) / В. Д. Мигаль. – Х.: Майдан, 2012. – 460 с.
6. Мигаль В. Д. Техническая диагностика автомобилей: справ. пособие в 6 т. Т. 6. Диагностическое обеспечение технической и экологической безопасности / В. Д. Мигаль. – Х.: Майдан, 2012. – 538 с.
7. Мигаль В. Д. Техническая диагностика автомобилей. Теоретические основы: учеб. пособие / В. Д. Мигаль. – Х.: Майдан, 2012. – 516 с.
8. Говорущенко Н. Я. Техническая кибернетика транспорта: учеб. пособие / Н. Я. Говорущенко, В. Н. Варфоломеев. – Х.: ХГАДТУ, 2001. – 271 с.
9. Мигаль В. Д. Основы технической диагностики автомобилей: учеб. пособие / В. Д. Мигаль. – Х.: Майдан, 2016. – 320 с.
10. Туренко А. Н. Проектирование диагностического обеспечения транспортных машин: учеб. пособие / А. Н. Туренко, В. Д. Мигаль, Л. А. Рыжих. – Х.: Майдан, 2016. – 392 с.
11. Мигаль В. Д. Средства информационных систем автомобиля: справ. пособие / В. Д. Мигаль. – Х.: Майдан, 2012. – 444 с.
12. Мигаль В. Д. Теория технической диагностики транспортных машин: учеб. пособие / В. Д. Мигаль. – Х.: Майдан, 2013. – 450 с.
13. Мигаль В. Д. Вибрация и надежность транспортных машин: монография / В. Д. Мигаль, В. М. Мищенко, В. П. Волков, С. А. Гаврилов, А. В. Мищенко. Под ред. В. Д. Мигалья. – Х.: Изд-во ХНАДУ, 2007. – 383 с.
14. Мигаль В. Д. Техническая диагностика трансмиссии автомобилей: учеб. пособие / В. Д. Мигаль, С. А. Гаврилов. – Х.: Майдан, 2016. – 420 с.
15. Юрченко А. Н. Автомобильные шины: требования, эксплуатация, износ / А. Н. Юрченко. – Х.: Изд-во «С.А.М.», 2003. – 116 с.
16. Лабораторний практикум з технічної експлуатації автомобілів / В. П. Волков, І. А. Мармут, В. Д. Мигаль, А. М. Пойда та ін. – Х.: Вид-во ХНАДУ, 2012. – 516 с.
17. Основи технічного діагностування автомобілів: лабораторний практикум / В. П. Волков, І. А. Мармут, В. Д. Мигаль та ін. – Х.: Вид-во ХНАДУ, 2011. – 128 с.

18. Технічна експлуатація автомобілів: лабораторний практикум / В. П. Волков, І. А. Мармут, О. А. Дитятьєв та ін. – Х.: Вид-во ХНАДУ, 2011. – 172 с.
19. Роликовые стенды для проверки тормозных и тяговых свойств автомобилей: теория, расчет и конструирование / Н. Я. Говорущенко, В. П. Волков, Э. Х. Рабинович, И. А. Мармут, В. А. Зуев. – Х.: Изд-во ХНАДУ, 2009. – 344 с.
20. Мигаль В. Д. Техническая безопасность автомобилей: справ. пособие / В. Д. Мигаль. – Х.: Майдан, 2011. – 202 с
21. Бажинов О. В. Надійність автомобільних поїздів. Монографія / О. В. Бажинов, О. К. Кравченко. – Луганськ: Ноулідж, 2009. – 420 с.
22. Голобородько О. О. Мехатронні системи автомобільного транспорту: навч. посібник / О. О. Голобородько, В. В. Редчиць, О. М. Коробочка. – Х.: ТОВ «Компанія СМІТ», - 2006. – 300 с.
23. Беднарский В. В. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: учебник / В. В. Беднарский. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 456 с.
24. Кузьмин Н. А. Техническая эксплуатация автомобилей: закономерности изменения работоспособности: учеб. пособие / Н. А. Кузьмин. – М.: Форум, 2011. – 207 с.
25. 9. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: учеб. пособие / В. М. Власов, С. В. Жанказиев, С. М. Круглов и др.: под ред. В. М. Власова. – 4-е изд. – М.: Изд. центр «Академия», 2007. – 480 с.
26. Косенков А. А. Диагностика неисправностей автоматических коробок передач и трансмиссий / А. А. Косенков. – Ростов н/Д: Феникс, 2003. – 224 с.
27. Осис Я. Я. Диагностирование на граф-моделях / Я. Я. Осис, Я. А. Гельфандбейн и др. – М.: Транспорт, 1991. – 224 с.
28. Диагностирование автомобилей: практикум / А. Н. Картешевич и др. Под ред. А. Н. Картешевича. – М.: ИНФРА-М, Минск: ИНФРА-М, 2011. – 207 с.
29. Громаковский А. А. Диагностика неисправностей автомобиля в понятных схемах / А. А. Громаковский и др. – СПб: Питер, 2009. – 96 с.
30. Малкин В. С. Основы эксплуатации и ремонта автомобилей / В. С. Малкин, Ю. С. Бугаков. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 431 с.
31. Конструкция автомобиля. Том IV. Электрооборудование. Системы диагностики: учебник / С. А. Акимов, В. А. Набоких, Ю. П. Чижков. Под ред. А. Л. Карунина. – М.: Горячая линия-Телеком, 2005. – 480 с.
32. Смирнов Ю. А. Электронные и микропроцессорные системы управления автомобилями: учеб. пособие / Ю. А. Смирнов, А. В. Муханов. – СПб: Лань, 2012. – 620 с.
33. Мигаль В. Д. Техническая диагностика автомобильных двигателей: учеб. пособие в 3 т. Т. 1. Объекты и методы диагностирования / В. Д. Мигаль. – Х.: Майдан, 2014. – 459 с.
34. Мигаль В. Д. Техническая диагностика автомобильных двигателей: учеб. пособие в 3 т. Т. 2. Неисправности, параметры и средства диагностики / В. Д. Мигаль. – Х.: Майдан, 2014. – 403 с.

35. Мигаль В. Д. Техническая диагностика автомобильных двигателей: учеб. пособие в 3 т. Т. 3. Практические основы диагностирования / В. Д. Мигаль. – Х.: Майдан, 2014. – 444 с.

36. Дашенко О. Ф. Загальні принципи діагностування електронних систем керування автомобіля: навч. посібник / О. Ф. Дашенко, В. Г. Максимов, О. Д. Ніцевич та ін. За ред. М. Б. Копитчука. – Одеса: Наука і техніка, 2012. – 392 с.

37. Кравченко В. М. Технічне діагностування механічного обладнання: підручник / В. М. Кравченко, В. А. Сидоров, В. Я. Седуш. – Донецьк: Юго-Восток, 2007. – 447 с.

38. Мигаль В. Д. Влияние демонтажа подшипников качения с вала на его вибрационные характеристики / В. Д. Мигаль, И. Н. Гончаров, Н. П. Гаврилов // Вестник машиностроения. – 1981, № 8. – С. 31-32.

39. Мигаль В. Д. Методы проектирования машин, доводки и изготовления сельскохозяйственной техники с заданной надежностью / В. Д. Мигаль // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1997, № 6. – С. 30-31.

40. Мигаль В. Д. Снижение уровней вибрации и повышение ресурса подшипниковых узлов качения трактора рациональным конструированием / В. Д. Мигаль // Вестник машиностроения. – 2001, № 3. – С. 8-11.

41. Гребенников А. С. Диагностирование автомобиля по внутрицикловым изменениям скорости вращения его элементов / А. С. Гребенников, С. А. Гребенников, И. Ю. Куверин, А. С. Обельцев, Р. А. Гребенкин // Наукові праці Міжнародної наук.-техн. конференції, присвяченої 85-річчю заснування ХНАДУ «Новітні технології в автомобілебудуванні та транспорті», 15-16 жовтня, 2015 р. – Х.: Вид-во «Форт», 2015. – С. 116-121.

42. Савич Е. Л. Ремонт легковых автомобилей: учеб. пособие / Е. Л. Савич, В. С. Ивашко, А. С. Савич. Под общ. ред. Е. Л. Савича. – Минск: Новое знание, 2012. – 320 с.

43. Булгаков Н. П. Диагностирование тормозной системы автомобиля с учетом замедления и давления рабочего тела: дисс. канд. техн. наук: 05.22.20 / Булгаков Николай Петрович. – Х.: ХНАДУ, 2013. – 170 с.

44. Пойда А. М. Технічна експлуатація автомобілів з мікропроцесорними системами керування. Лабораторний практикум / А. М. Пойда. – Х.: Вид-во ХНАДУ, 2012. – 172 с.

45. Вахламов В. К. Автомобили. Основы конструкции: учебник / В. К. Вахламов. – 3-е изд. стер. – М.: Изд. центр «Академия», 2007. – 528 с.

46. Рулевое управление: учеб. пособие. ТОАМ «Тойота Мотор Корпорейшен». Том 2, 2008. – 118 с.

47. Ларин А. Н. Колесные углы современных автомобилей: шины, камеры, диски / А. Н. Ларин, Е. Е. Черток, А. Н. Юрченко. – Х «С.А.М.», 2004. – 269 с.

48. Мигаль В. Д. Автомобильные двигатели внутреннего сгорания. Параметры и системы управления: учеб. пособие / В. Д. Мигаль. – Х.: Майдан, 2016. – 320 с.

49. Туревский Н. С. Техническое обслуживание автомобилей: Книга 1. Техника обслуживания и текущий ремонт автомобилей: учеб. пособие / Н. С. Туревский. – М.: ИД «ФОРУМ»-ИНФРА-М, 2007. – 432 с.
50. Туренко А. Н. Импульсные магнитные поля для прогрессивных технологий. Теория и эксперимент притяжения тонкостенных металлов импульсными магнитными полями: монография / А. Н. Туренко, Ю. В. Батыгин, А. В. Гнатов. – Х.: ХНАДУ, 2009. – 240 с.
51. Гнатов А. В. Импульсные магнитные поля для прогрессивных технологий. Магнитно-импульсные технологии бесконтактной рихтовки кузовных элементов автомобиля: монография / А. В. Гнатов, Ю. В. Батыгин, Е. А. Чаплыгин. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. – 242 с.
52. Гнатов А. В. Научные основы восстановления кузовных панелей автомобилей методами внешней бесконтактной рихтовки: дисс. д. техн. наук: 05.22.20 / Гнатов Андрей Викторович. – Х.: ХНАДУ, 2014. – 391 с.
53. Аликсеева Т. В. Техническая диагностика гидравлических приводов / Т. В. Аликсеева, В. Д. Бабенская, Т. М. Башта и др. Под общ. ред. Т. М. Башта. – М.: Машиностроение, 1989. – 264 с.
54. Программа обучения. Автомобиль Phaeton. Пневматическая подвеска с регулирующими амортизаторами. Устройство и принцип действия: перевод и верстка ООО «Фольксваген Груп Рус». – Volkswagen AG Wolfsburg, 2002. – 65с.
55. Подвеска: учеб. пособие. ТОАМ «Тойота Мотор Корпорейшен». Том 10, 2008. – 40 с.
56. http://vwts.ru/diag/can_2_obmen_rus.pdf
57. Мигаль В. Д. Методы технической диагностики автомобилей: учеб. пособие / В. Д. Мигаль, В. П. Мигаль. – М.: ИМ «Форум»: ИНФРА-М, 2014. – 416 с.
58. Интеграция технической эксплуатации автомобилей в структуры и процессы интеллектуальных транспортных систем: монография / В. П. Волков, В. П. Матейченко, О. Я. Никонов и др.: под ред. В. П. Волкова. – Донецк: Изд-во «Ноулидж», 2013. – 398 с.
59. Сергеев А. Г. Метрологическое обеспечение эксплуатации технических систем: учеб. пособие / А. Г. Сергеев. М.: Изд-во ЭМГОУ, 1994. – 488 с.
60. Петров В. М. Электрооборудование, электронные системы и бортовая диагностика автомобилей: учеб. пособие / В. М. Петров, И. Ф. Яков. Ульяновск: Изд-во УлГООУ, 2005. – 115 с.
61. Бажинов А. В. Долговечность легковых автомобилей / А. В. Бажинов, Е. А. Сериков, А. М. Быков. – Х.: Мачулин, 2012. – 178 с.
62. Колесников А. Е. Шум и вибрация: учебник / А. Е. Колесников – Л.: Судостроение, 1988. – 248 с.
63. ДСТУ 2300-93. Вібрація. Терміни та визначення. Держстандарт України чинний від 01.01.95. – Київ, 1994. – 59 с.
64. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: механизация и экологическая безопасность производственных процессов / В. И. Сарбаев, С. С. Селиванов, В. Н. Коноплев, Ю. Н. Демин. Изд. 2-е. – Ростов н/Д: Феникс, 2006. – 380 с.

Предметный указатель

- «EURO-SYSTEM»** 56, 566, 567, 568
«HUNTER» 61, 333
«MOREG» 127, 155
«Volvo» 81
«Аспект-10.11» 460
«Компакт» 426, 427
«Кони 4440» 384
«Кони 4422» 390
«Миллетто» 61, 390
«Сивер» 62, 426, 427, 428, 429
«Спойлер» 337
«Поток» 452
«шимми» 278, 279, 280
«Эффект» 117, 118, 119
1119M 60, 330
665 PL-J 60, 332
A4LD 247
APD700-1 334, 335, 577
ATZ-15 569
AVL DiScope 865 57, 74
AVS310 Allvis 434
Axone 2000 82
Axone 3 Mobile 82
B.60.FD 56, 579
BEISSBARTH 61, 334, 335, 336, 337, 338, 577
BEM-682 330
Boge-69 383
BSA-250 103
BSA-332 56, 570
Car-O-Tronic 435
Carman Scan II 82
Carman Scan VG 82
DCU 130 78
DSO 549, 551
DST-2 80
DYNALINER 288 61, 332, 577, 578
EFLE-60 61, 403, 566
EFLE-61 61, 566, 569, 570
Elkon L-100 61, 385, 386
ESA 3.250 59, 569
ESI[tronic] 78, 538
FASTA 58, 65
FSA 450 57, 70
FKI-Crypton 74
FWA 411 338, 577
FWA 43xx 340, 341
FWA 44xx 340, 341, 342, 344
FWA 4630 61, 344, 345
FWA 510 338, 577
FWA 515 338, 339, 340, 577
FWT 2010 E 387, 560
Genesis 436
GMF 61, 390
IGS 58, 66
KS-20 61, 400, 587, 589
KTS 530 78, 79, 80
KTS 651 81
KTS 670 78
LITE 1.1 61, 405
LITE 1.2 61, 405
M-Tronic 389
Mega macs 80, 81
MIGS 58, 65
Motex-7351 61, 400
Motex-7546 60, 330
NAJA CELETTE 414
NAJA Evolution 434
NTS-520 56, 566, 572
Parolist 3500 333, 578
PK-1 60, 330
PKO-1 330
PKO-2 330
PKO-4 330
PMS 333, 334, 577
PowerGraf Professional 156
RoadSnoop 322, 323
PROM 245
SD 60.2 60, 579
SDL 260 387, 566, 569, 570, 571, 581, 582, 583
Seppeler 56, 578
Shark 62, 433, 434
Shock-Absorber-Tester USB 388, 389
SICE 334, 335
Silver Roller 566, 577
SSP 2000 330, 562
SSP 4000 564
ST 60.2 61, 579
Tech1 81
Tech2 81
Testos-1 60, 330, 332
TIGS 58, 66
UB200 Upperbody Laser 434
USB Scope 57, 83
USB Autoscope II 83
V.A.G 1551 57, 72, 150, 161
VAS 5051 57, 61, 84, 389, 549, 551
VAS 5052 57, 61, 72, 84, 389, 549
VIGS 58, 65
VIS 3000 572
Visor-091 400, 587
аварийная тормозная система 114, 135, 136, 137, 138

авария 314, 316, 328, 355, 407, 485
автоматическая тормозная система 90
АЗЖ-955 460
алгоритм(ы) 54:
 - диагностирования 13, 14, 45, 53, 123, 151, 153, 540, 541
 - классификации 502
 - контроля АКП 219, 220, 221
 - поиска неисправностей 13, 14, 15, 26, 89, 221
 - принятия решения 416, 501, 502, 503
 - работы АБС 146, 147
 - управления 356
 - функционирования 19, 23, 54, 145, 541
АЛД-2000 61, 387, 388
анализатор(ы) 13, 63, 68, 74, 458, 460, 556, 563
БС-123.000 417, 418
БС-71.000 61, 417, 418, 419
виброанализатор(ы) 58, 191
вспомогательная тормозная система 8, 90, 114, 115, 154
ГОСТ 9.030 458
ГОСТ 11 458
ГОСТ 23.002 459
ГОСТ 33 458
ГОСТ 981 458
ГОСТ 2477 458
ГОСТ 2517 458
ГОСТ 3544-75 398
ГОСТ 4754-97 317, 318
ГОСТ 5208-69 211
ГОСТ 5985 458
ГОСТ 6307 458
ГОСТ 6370 458
ГОСТ 9833-73 450
ГОСТ 9921-81 136, 558
ГОСТ 11362 458
ГОСТ 14658-86 455
ГОСТ 18464-80 455
ГОСТ 19919-74 21
ГОСТ 20287 458
ГОСТ 20234-74 455
ГОСТ 21264-84 314
ГОСТ 22704-77 450
ГОСТ 25478-91 132, 284
ГОСТ 25518-87 19
ГОСТ 26899-86 214
ГОСТ 27002-89 21
ГОСТ 27302-86 18
Г5-54 544
газоанализатор(ы) 48, 59, 64, 66, 70, 72, 75, 556, 559, 563, 566, 567, 568, 570, 572, 576, 584, 585, 586, 587
гидротестер(ы) 60, 62, 219, 452, 464, 465, 466, 467
ГТ-02 452
ГТ-150 60, 62, 464
ГТП-6 467
деградация 33
деселерометр 116, 117
диаграммы Парето 447
динамометр 60, 194, 195, 205, 211, 213, 282, 283, 285, 517, 519, 520, 521, 533
ДГ-015 377
ДЛ-003 377
ДР-70 452
ДСА 56, 575, 576
ДСА-5000 59, 576
ДСА-FR 576
ДСА-S 576
ДСА-Д 576
ДСТУ 3649:2010 106, 108, 113, 114, 118, 119, 121, 133, 135, 140, 259, 282, 285
ДСТУ 2389-94 15, 20
ДСТУ 2886-94 106, 132, 140, 141
ДСТУ 2919-94 106
ДСТУ 3333-96 106
ДСТУ 3649-97 113, 398, 403, 557, 562, 569, 571, 584
ДСТУ 3949-97 404
ДСТУ 4277:2004 569, 570
ДСТУ 4276:2004 569
задача диагностирования 13, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 23, 101, 105, 366, 584
замыкание 98, 159, 162, 394, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 493, 494, 495, 503, 509, 512, 517, 520, 521, 522, 523, 524, 526, 527, 528, 529, 531, 532, 534, 535, 539, 540, 543, 549
запасная тормозная система 90, 101
ИКУ-1 60, 62, 467
ИМД-Ц 58, 465
ИСЛ-401 60, 285, 558, 563
К-111 60, 330
К-112 60, 330
К-113 61, 383, 384
К-187 60, 282, 284, 285
К-303 61, 400, 403, 587, 588, 589
К-310 61, 400, 403, 587, 588, 589
К-405 60, 287
К-428 59, 196, 213
К-465M 60, 287

- К-485Б** 564
- К-491** 61, 384
- К-516** 56, 564
- К-610** 330
- К-612** 332
- К-619** 60, 331, 332, 577
- К-5243.6003.5003.400** 294
- К-52612.40012.20012000** 294
- КИ-1097** 60, 62, 452, 461, 463
- КИ-4832** 59, 194, 195, 213
- КИ-4872** 60, 330, 331
- КИ-4892** 60, 293
- КИ-5473** 60, 62, 286, 461
- КИ-5822** 460
- КИ-6265** 60, 195
- КИ-6269** 60, 210
- КИ-6279** 60, 210
- КИ-8902А** 60, 204, 205
- КИ-11400** 525
- КИ-13909** 59, 197
- КИ-13901Ф** 55
- КИ-13951** 56, 513
- компрессометр** 58, 63, 66, 556
- компьютер** 8, 52, 63, 65, 69, 72, 74, 75, 76, 78, 80, 82, 83, 89, 117, 118, 123, 152, 156, 157, 159, 245, 246, 285, 289, 333, 336, 337, 338, 339, 341, 344, 388, 405, 406, 431, 433, 434, 435, 436, 455, 484, 485, 545, 557, 560, 562, 564, 568, 570, 571, 573, 574, 575, 576, 579, 581, 586, 587
- контролепригодность** 22, 34, 45, 55, 447, 573
- контроль (диагностирование):**
 - АКП 212, 219, 220, 221
 - вакуумных усилителей 112
 - гидравлических систем и гидроприводов 59, 60, 155, 175, 286, 288, 440, 442, 446, 447, 451, 452, 455, 460
 - гидротрансформатора 214, 231
 - главной передачи 196, 202
 - ГМКПП 223, 224, 225, 230
 - давления в шинах 318, 320, 322, 323
 - дифференциала 196
 - заднего моста 202
 - зубчатых передач 189, 197, 201
 - карданного вала 205, 206
 - карданной передачи 202, 203
 - кузова 62, 407, 412, 413, 414, 415, 416, 418, 423, 428, 430, 432, 433
 - освещения и сигнализации 393, 398, 400, 401, 404, 405
 - подвески 351, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 376, 378, 380, 384, 387, 388, 389, 559, 563, 567, 568, 570, 576, 579
 - подшипников 207, 209
 - протектора 323
 - рабочей жидкости АКП 218, 219
 - раздаточной коробки 201
 - рулевого управления 257, 259, 271, 273, 282, 283, 285, 377, 560, 562, 564, 565
 - свободного хода педали сцепления 179
 - состояния шин 316, 327
 - стеклоомывателей 436, 438
 - стеклоочистителей 436, 438
 - технического состояния сцепления 185
 - тормозной жидкости 109
 - трансмиссии 55, 62, 175, 197, 213, 232, 234, 254, 256, 257
 - углов установки колес 302, 306, 329, 330, 333, 340, 343
 - ходовой части 296, 303, 328, 330, 332, 334, 335, 346
 - шаровых соединений 275, 281, 294, 378, 379
 - электрооборудования 165
 - электронных и электрических систем 74, 469
- контрольно-измерительный инструмент** 432, 433
- КПД трансмиссии** 175, 192, 213
- ЛТК-ЗЛ-СП-11** 55, 558, 562, 563, 565, 566
- ЛТК-ЗЛ-СП-16** 564, 565, 566
- ЛТК-ЗЛ-СП-17** 564, 565
- ЛТК-ЗП-СП-11** 563, 566
- ЛТК-10У-СП-11** 55, 564, 565, 566
- ЛТК-10У-СП-16** 56, 564
- ЛТК-13Г-СП-П** 564, 565
- люфтомер** 60, 194, 213, 219, 282, 283, 284, 285, 563, 566, 572
- манометр(ы)** 58, 59, 60, 62, 63, 66, 110, 111, 112, 114, 136, 153, 187, 213, 217, 219, 225, 229, 286, 287, 451, 452, 461, 463, 465, 476, 539, 558
- метод(ы):**
 - «выстукивания» 420
 - «прямойковки» 421
 - Eusama 387, 564, 571
 - акустический 191, 453, 454, 467
 - амплитудно-фазовых зависимостей 456
 - анализа логических состояний 505
 - анализа состояния рабочей жидкости 458
 - бесконтактный 337

- вибрационный 294
- виброакустический 457, 461
- визуальный осмотр 362
- внешний осмотр 511
- временной 455, 456, 461
- дефектоскопии шин 327
- диагностики технических систем 503
- диагностирования гидросистем 460
- диагностирования тормозной системы 100
- диагностирования электрооборудования 497
- динамический 127
- дифференциальный 191
- допускового контроля и диагностики 504
- дорожных испытаний 107, 115, 117, 121, 123
- измерения скорости нарастания усилия 454
- индикации инородных примесей 454
- инструментальный 461
- испытаний машин 100
- кинематический 455
- магнитно-импульсный 423
- магнитный 197
- мажоритарного контроля и диагностики 504, 506
- математического моделирования 499
- наварки 325
- не прямой 366
- нормированных параметров 455, 461
- оптимальные 499
- органолептические 273, 451
- остановки двигателя 231, 254
- переходных характеристик (волновой) 453
- по температурным потенциалам 543
- прямой 366
- раздельного диагностирования 121
- раскачивание автомобиля 363
- с использованием корректирующих кодов 504, 507
- силовой (инерционный) 129, 130, 454, 455, 461
- сопоставления и наложения осциллограмм 456
- спектрального анализа 217, 454
- сравнения с эталоном 504, 505
- статический 127, 193
- статопараметрический 451, 452, 461
- стендовый 123, 126, 127, 128, 154
- тепловой 457
- термодинамический 453, 454
- тестового контроля 536
- точечный нагрев 420
- устранения неисправностей АКБ 478, 479
- устранения неисправностей генератора 480
- устранения неисправностей стартера 481, 482
- факторного анализа 499
- экспертных оценок 499
- эндоскопии 65
- эталонных зависимостей 455, 456, 461
- эталонных осциллограмм 456, 461
- микро-ЭВМ** 471, 484
- микропроцессор** 51, 68, 82, 85, 264, 289, 405, 442, 467, 471, 484, 490, 578
- микротрещины** 264, 297, 410
- МИУС-2** 62, 425
- мониторинг** 36, 37, 70
- мотор-тестер(ы)** 50, 57, 59, 60, 63, 64, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 74, 75, 78, 81, 82, 83, 535, 544, 572
- МТ-2** 460
- мультиметр(ы)** 57, 60, 63, 66, 68, 70, 71, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 98, 102, 476, 525, 535, 543, 544, 551
- назначение диагностики** 11, 12
- неисправности:**
 - АБС 98, 114, 122, 159, 160, 161
 - АКБ 477, 478, 511, 514
 - АКП 81, 212, 213, 215, 220, 221, 222, 227, 230
 - аксиально-поршневых насосов 456
 - барабанного тормоза 91, 162
 - вакуумного усилителя 112
 - виброизоляторов 353, 354, 362, 363, 364
 - генератора 477, 479, 480, 524, 527
 - гидравлических цепей 226
 - гидротрансформатора 216, 238, 244, 252
 - гидропривода 459
 - главного тормозного цилиндра 90, 109
 - главной передачи 202, 234
 - ГМКПП 223, 246, 249, 250
 - датчиков 474
 - двигателя (силового агрегата) 81, 552
 - дискового тормоза 91
 - заднего моста 202
 - зубчатых передач 198
 - карданного вала 206

- контрольно-измерительных приборов 474, 475
- кузова 407, 408, 416, 422
- микропроцессоров 490
- негерметичность гидропривода 115, 125, 126
- обратного клапана 112
- освещения и сигнализации 393, 394, 395, 477, 537, 543
- переднего (не ведущего) моста 300
- подвески 328, 351, 352, 353, 355, 357, 365, 390
- рабочей тормозной системы 90
- раздаточной коробки 201
- реле-регулятора 477, 515, 526
- рулевого управления 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 273, 275, 279, 281, 328, 364, 365
- сварных соединений 410
- свечей зажигания 216
- системы зажигания 69, 476, 524, 534
- стартера 477, 480, 481, 482, 483, 519, 520, 523, 534
- топливной системы 69, 467, 524
- тормозной ленты 242
- тормозной системы управления 92, 99
- тормозных систем 91, 92, 95, 99, 122, 130, 143, 162, 163, 164, 165, 299
- текста программ 490
- типа «задержка» 490
- транзисторные 488, 489, 536
- трансмиссии 235
- указателей 475, 476
- фрикциона 241, 242
- ходовой части 296, 302, 327, 328, 334, 364, 365
- шины CAN 549, 551
- электрических и электронных систем 83, 84, 161, 474, 481, 484, 486, 539, 540, 542, 544
- электромагнитного клапана 150
- электрооборудования 477, 494, 537
- электропроводки 484, 516, 521, 533
- электроснабжения 491

неповар 411

НИИАТ Э-6 400

обрыв(ы) 32, 94, 98, 99, 122, 162, 168, 172, 264, 394, 474, 475, 476, 479, 480, 481, 485, 486, 487, 489, 491, 492, 493, 494, 495, 509, 516, 517, 521, 522, 523, 526, 527, 529, 531, 532, 533, 535, 536, 540, 543, 549

объект(ы):

- гибридный 25, 26
- диагностирования 13, 14, 16, 17, 19, 20, 22, 23, 25, 27, 31, 34, 36, 37, 38, 41, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 87, 90, 175, 303, 440, 457, 469, 496, 497, 500, 501, 503, 539, 544, 545, 573
- дискретный 25, 26
- исследований 12
- непрерывный 25, 26

объект диагностики 12, 19, 498, 500, 501, 504

оптическая система измерения 430, 431

остаточный ресурс 12, 13, 14, 16, 18, 19, 21, 32, 36, 37, 40, 89, 217, 415, 416, 452, 459

отказ(ы) 14, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 31, 32, 95, 99, 104, 122, 159, 160, 161, 162, 201, 202, 206, 207, 212, 222, 230, 259, 264, 266, 410, 414, 447, 459, 479, 485, 487, 488, 489, 493, 494, 499, 503, 505, 506, 507, 524, 525, 526, 535, 538:

- внезапный 32, 33, 264, 314, 524
- зависимый 33
- контролируемый 447
- независимый 33
- неконтролируемый 447
- непрогнозируемый 447
- параметрический 32
- перемежающийся 33
- полный 33, 93
- постепенный 32, 33, 447, 524
- прогнозируемый 447
- скрытый 538
- спонтанный 490
- функциональный 32

отказоустойчивость 34

ПДО-1 530

передаточное число трансмиссии 131, 192, 256, 257

ПКЖ-904 460

ПЛ-2 62

ППЯ 521, 522, 523

ПРАФ-3 61, 400

ПРАФ-9 61, 400

ПРИЗ-М 460

ПРИЗ-Ц 460

принтер 74, 75, 118, 161, 333, 339, 341, 344, 434, 435, 515, 558, 559, 560, 562, 564, 571, 572, 579, 581, 586

предмет диагностики 11, 19

пробник 56, 66, 67, 491, 492, 494, 512, 514, 515, 521, 525, 529, 531, 535, 556

пробой 32, 314, 325, 326, 351, 357, 485, 486, 487, 490, 526, 527, 533, 535, 536, 540, 543

пробуксовка:

- заднего фрикциона 241

- муфты ГТ 218

- муфты свободного хода 481, 483

- обгонной муфты 243

- переднего фрикциона 242

- ремня генератора 492

- сцепления 175, 179, 216

- тормозной ленты 242, 243

проверка системы ЕРВ 138

прогнозирование 21:

- остаточного ресурса 12, 13, 14, 16, 19, 415, 452, 459

- технического состояния 14, 15, 16, 18, 19, 21, 32, 37, 452, 545

программа «Мотор-тестер» 72, 74

ПГУ-29 460

ПГУ-42 460

ПГУ-43 460

ПУР-1 61, 400

ПФ-72 61, 400, 403

ПХТГ 17216 460

ПЭ-2 515

ПЭК-Т 460

Р-620 61, 417, 418

рабочая тормозная система 8, 90, 106, 113

раковины 240, 410, 411

регулирование (регулировка):

- АБС 146

- высоты положения кузова 360, 361, 370, 373

- давления в шинах 322

- длины хода троса дроссельной заслонки 216

- жесткости виброизоляторов 360, 370, 373, 374

- затяжки подшипников главной передачи 211

- зацепления зубчатой передачи 199, 200, 211

- ключа «нейтраль/запуск» 232

- механизма переключения КП 201

- механизмов ГМП 225

- механизмов рулевого управления 265, 284, 291, 292

- подвески 370, 374

- подшипников ступиц колес 313

- развала (схождения) колес 305, 343, 348, 567

- расхода топлива 85, 471

- регулятора напряжения 526

- свободного хода педали сцепления 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186

- стартера 516, 521, 522

- стояночного тормоза 116, 125

- тормозных механизмов задних колес 110, 125, 129

- углов поворота 311

- углов установки колес 282, 301, 311, 329, 330, 331, 333, 340, 343, 347, 348, 349, 365, 379, 434

- усилия пружины форсунки 42

- установки (света) фар 61, 394, 398, 400, 401, 402, 403, 404, 405

- частоты вращения вентилятора 440

- эксцентриковых пальцев 144

режим(ы):

- «Kick down» 223, 224

- «высокой точности» 578

- «ближний свет» 398, 399

- «дальний свет» 399

- «пиковый» 71

- «разноса» 524

- «черный ящик» 78

- on-line 565

- аварийный 537, 538

- безнагрузочный 64, 65

- ведомый 130

- ведущий 130

- двухступенчатый 510

- диагностирования 12, 13, 27, 28, 36, 443, 444, 445, 446, 453

- диалоговый 569, 570

- ждущий 537

- измерения 28, 557

- линейный 542

- нагрузочный 48, 63, 102, 212, 217, 220, 368, 415, 416, 525

- насыщения 542

- неуставившийся (динамический) 28, 175, 213, 224, 234, 459, 461

- обычного торможения 98

- полного торможения 516, 517, 519, 520

- полный 28

- проблесковый 398, 404

- реального времени 69, 70, 343

- реальный 28

- реверсивный 130

- ручной 557

- самозагрузки 453

- скоростной 48, 102, 120, 212, 217, 220, 257, 368, 407, 415, 416
- снимка 77
- тестовый 49, 50, 63, 128, 224, 537
- тормозной 130
- установившийся (статический) 28, 224, 374, 456, 461
- функционирования 23, 48, 502, 537, 541, 543
- холодного хода 216, 224, 263, 292, 516, 519
- частичный (сокращенный) 28
- рефрактометр** 64
- РС-951** 536
- С-905** 110
- С1-93** 544
- самоконтроль** 20, 22, 23, 36, 78, 89, 122, 160, 161
- сбой (сбои)** 33, 98, 150, 159, 215, 216, 222, 223, 259, 261, 263, 271, 322, 485, 486, 490, 503, 505, 506, 535
- СЕГ-15** 61, 400
- серия KTS** 85
- СИ-46** 61, 390, 391
- система измерения:**
 - компьютерная 431
 - оптическая 430, 431
 - ультразвуковая 430, 431, 432, 433
 - электронно-механическая 434
- сканер(ы)** 48, 50, 51, 57, 60, 63, 69, 70, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 84, 102, 121, 161, 219, 233, 535, 544, 566
- СП 1.1** 62
- СПЗ-16** 535
- средства диагностирования (СТД)** 47, 48, 51, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 101:
 - автоматизированные (автоматические) 54
 - АКБ 513
 - АКП 219
 - бортовые 51, 122, 497
 - внешние 48, 49, 50, 53, 544
 - встроенные 49, 53, 86, 100, 497
 - гидропривода 452, 461
 - зазоров и предварительного натяга в подшипниках 210
 - информационные 497, 536
 - мобильные 48
 - переносные 51, 461, 497, 544
 - подвески 574
 - программируемые (запоминающие) 497, 544

- ручные 54
- сигнализирующие 497
- снятых виброизоляторов 390
- стационарные 51, 62, 497
- тормозных систем 90, 102, 103
- угловых и боковых зазоров 194
- электрических и электронных устройств 66
- электрооборудования агрегатов автомобиля 497
- старение** 20, 33, 262, 301, 314, 358, 407
- стояночная тормозная система** 8, 90, 106, 114, 136, 154, 214
- стробоскоп(ы)** 59, 60, 64, 66, 67, 68, 186, 187, 498, 556
- СТМ-3500** 133, 557
- СТМ-3500М** 557
- СТМ-6000** 557
- СТМ-6000М** 557
- СТМ-8000** 557
- СТМ-15000** 557
- СТМ-15000У** 557
- СТМ-15000У.01** 557
- СТС-2** 102, 582
- СТС-3-СП-11** 558, 560, 562
- субъект диагностики** 12
- схема Исикава** 447
- Т-1** 293
- тестер лямбда-зонда** 63
- трансмиссионные масла** 217, 227
- трещины:**
 - в наплавленном металле 410
 - горячие 410
 - рихтовочные 411
 - тепловые 29, 410
 - усталостные 33, 407, 410
 - холодные 410
- угловой зазор** 41, 59, 175, 176, 178, 179, 189, 190, 194, 195, 196, 202, 205, 212, 219, 256, 264, 268, 282, 284
- ФС-112** 460
- Э-107** 56, 515, 535
- Э-108** 56, 535
- Э-203** 535
- Э-204** 56, 474, 476
- Э-206** 536
- Э-214** 56, 535
- Э-236** 56, 522, 535
- Э-240** 56, 535
- Э-412** 515, 535
- Эксперт-2000-1** 426, 427, 429
- эндоскоп(ы)** 58, 59, 65, 66

ЮБИЛЕЙ

**доктору технических наук, профессору
Мигалю Василию Дмитриевичу – 80 лет!**

**Хронологический указатель научно-педагогической деятельности
(методические, учебные и справочные пособия, конспекты лекций)**

1. Мигаль В. Д. Вибрационные методы и средства распознавания дефектов машин / В. Д. Мигаль. – Х.: Изд-во ХГПУ, 1995. – 235 с.
2. Мигаль В. Д. Вибрация машин и ее диагностические признаки / В. Д. Мигаль. – Х.: Изд-во ХГПУ, 1997. – 264 с.
3. Мигаль В. Д. Вибродиагностика при проектировании и изготовлении машин / В. Д. Мигаль. – Х.: Изд-во ХГПУ, 1996. – 244 с.
4. Мигаль В. Д. Вибродиагностика машин при эксплуатации / В. Д. Мигаль. – Х.: Изд-во ХГПУ, 1997. – 293 с.
5. Мигаль В. Д. Техническая кибернетика транспорта. Введение в теорию кибернетики: конспект лекций / В. Д. Мигаль. – Х.: Изд-во ХНАДУ, 2006. – 100 с.
6. Мигаль В. Д. Техническая кибернетика транспорта. Кибернетические системы управления техническим состоянием и движением транспортных машин: конспект лекций / В. Д. Мигаль. – Х.: Изд-во ХНАДУ, 2006. – 98 с.
7. Мигаль В. Д. Техническая кибернетика транспорта. Техническая система управления и искусственный интеллект. Технические средства кибернетических систем транспорта: конспект лекций / В. Д. Мигаль. – Х.: Изд-во ХНАДУ, 2006. – 90 с.
8. Мигаль В. Д. Основы технической диагностики автомобилей. Иллюстративный материал к самостоятельной работе для студентов-специалистов: метод. пособие / В. Д. Мигаль. – Х.: Изд-во ХНАДУ, 2007. – 73 с.
9. Мигаль В. Д. Техническая кибернетика транспорта. Иллюстративный материал к самостоятельной работе для студентов-магистров: метод. пособие / В. Д. Мигаль. – Х.: Изд-во ХНАДУ, 2005. – 77 с.
10. Мигаль В. Д. Технічна кібернетика транспорту: навч. посібник / В. Д. Мигаль. – Х.: Вид. дім «ІНЖЕК», 2007. – 328 с.
11. Мигаль В. Д. Вибрация и надежность транспортных машин: монография / В. Д. Мигаль, В. П. Волков, В. П. Мищенко, С. А. Гаврилов, А. В. Мищенко, под ред. В. Д. Мигаль. – Х.: Изд-во ХНАДУ, 2007. – 383 с.
12. Мигаль В. Д. Технічна кібернетика транспорту: навч. посібник / В. Д. Мигаль, В. П. Волков. – Х.: Вид-во ХНАДУ, 2008. – 308 с.
13. Мигаль В. Д. Теорія і методи наукової творчості: навч. посібник / В. Д. Мигаль. – Х.: Вид. дім «ІНЖЕК», 2007. – 424 с.
14. Мигаль В. Д. Теорія і методи наукової творчості: навч. посібник / В. Д. Мигаль, В. П. Волков. – Х.: Вид-во ХНАДУ, 2007. – 200 с.
15. Мигаль В. Д. Організація, методи та викладання результатів наукових досліджень: навч.-метод. посібник / В. Д. Мигаль. – Х.: Вид-во ХНАДУ, 2009. – 276 с.
16. Мигаль В. Д. Технологія наукових досліджень. Методи системного підходу й моделювання: навч. посібник / В. Д. Мигаль. – Х.: Вид-во ХНАДУ, 2009. – 200 с.
17. Мигаль В. Д. Основы технічної діагностики автомобілів. Апаратні засоби вібраційного діагностування: навч.-метод. посібник / В. Д. Мигаль, І. А. Мармут. – Х.: Вид-во ХНАДУ, 2009. – 190 с.
18. Мигаль В. Д. Техническая безопасность автомобиля: справ. пособие / В. Д. Мигаль. – Х.: Изд-во Майдан, 2011. – 202 с.

19. Основи технічного діагностування автомобілів: лабораторний практикум / В. П. Волков, І. А. Мармут, В. Д. Мигаль та ін. – Х.: ХНАДУ, 2011 – 128 с.
20. Лабораторний практикум з технічної експлуатації автомобілів: навч. посібник / В. П. Волков, І. А. Мармут, В. Д. Мигаль та ін. / Під загальною ред. В. П. Волкова. – Х.: ХНАДУ, 2012 – 516 с.
21. Мигаль В. Д. Средства информационных систем автомобиля: справ. пособие / В. Д. Мигаль. – Х.: Изд-во Майдан, 2012. – 444 с.
22. Мигаль В. Д. Техническая диагностика автомобилей: справ. пособие в 6 томах. Том 1. Дефекты производства и эксплуатационные неисправности / В. Д. Мигаль. – Х.: Изд-во Майдан, 2012. – 374 с.
23. Мигаль В. Д. Техническая диагностика автомобилей: справ. пособие в 6 томах. Том 2. Диагностические параметры и признаки / В. Д. Мигаль. – Х.: Изд-во Майдан, 2012. – 342 с.
24. Мигаль В. Д. Техническая диагностика автомобилей: справ. пособие в 6 томах. Том 3. Методы диагностирования / В. Д. Мигаль. – Х.: Изд-во Майдан, 2012. – 548 с.
25. Мигаль В. Д. Техническая диагностика автомобилей: справ. пособие в 6 томах. Том 4. Средства диагностирования (Книга 1) / В. Д. Мигаль. – Х.: Изд-во Майдан, 2012. – 596 с.
26. Мигаль В. Д. Техническая диагностика автомобилей: справ. пособие в 6 томах. Том 5. Средства диагностирования (Книга 1) / В. Д. Мигаль. – Х.: Изд-во Майдан, 2012. – 450 с.
27. Мигаль В. Д. Техническая диагностика автомобилей: справ. пособие в 6 томах. Том 6. Диагностическое обеспечение технической и экологической безопасности / В. Д. Мигаль. – Х.: Изд-во Майдан, 2012. – 538 с.
28. Мигаль В. Д. Техническая диагностика автомобилей: справ. пособие в 6 томах. Том 1. Дефекты производства и эксплуатационные неисправности / В. Д. Мигаль, В. П. Мигаль. – 2-е изд. стер. – М.: Изд-во ИПЦ Маска, 2013. – 350 с.
29. Мигаль В. Д. Техническая диагностика автомобилей: справ. пособие в 6 томах. Том 2. Диагностические параметры и признаки / В. Д. Мигаль, В. П. Мигаль. – 2-е изд. стер. – М.: Изд-во ИПЦ Маска, 2013. – 342 с.
30. Мигаль В. Д. Техническая диагностика автомобилей: справ. пособие в 6 томах. Том 3. Методы диагностирования / В. Д. Мигаль, В. П. Мигаль. – 2-е изд. стер. – М.: Изд-во ИПЦ Маска, 2013. – 548 с.
31. Мигаль В. Д. Техническая диагностика автомобилей: справ. пособие в 6 томах. Том 4. Средства диагностирования (Книга 1) / В. Д. Мигаль, В. П. Мигаль. – 2-е изд. стер. – М.: Изд-во ИПЦ Маска, 2013. – 596 с.
32. Мигаль В. Д. Техническая диагностика автомобилей: справ. пособие в 6 томах. Том 5. Средства диагностирования (Книга 2) / В. Д. Мигаль, В. П. Мигаль. – 2-е изд. стер. – М.: Изд-во ИПЦ Маска, 2013. – 460 с.
33. Мигаль В. Д. Техническая диагностика автомобилей: справ. пособие в 6 томах. Том 6. Диагностическое обеспечение технической и экологической безопасности / В. Д. Мигаль, В. П. Мигаль. – 2-е изд. стер. – М.: Изд-во ИПЦ Маска, 2013. – 538 с.
34. Мигаль В. Д. Методы технической диагностики автомобилей: учеб. пособие / В. Д. Мигаль, В. П. Мигаль. – М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2014. – 416 с.
35. Мигаль В. Д. Автомобильные двигатели внутреннего сгорания. Параметры и системы управления: учеб. пособие / В. Д. Мигаль, А. Н. Врублевский. – Х.: Изд-во Майдан, 2015. – 269 с.

36. Мигаль В. Д. Техническая диагностика автомобильных двигателей: учеб. пособие в 3-х томах. Т. 1. Объекты и методы диагностирования / В. Д. Мигаль. – Х.: Майдан, 2014. – 459 с.
37. Мигаль В. Д. Техническая диагностика автомобильных двигателей: учеб. пособие в 3-х томах. Т. 2. Неисправности, параметры и средства диагностирования / В. Д. Мигаль. – Х.: Майдан, 2014. – 403 с.
38. Мигаль В. Д. Техническая диагностика автомобильных двигателей: учеб. пособие в 3-х томах. Т. 3. Практические основы диагностирования / В. Д. Мигаль. – Х.: Майдан, 2014. – 444 с.
39. Мигаль В. Д. Теория технической диагностики транспортных машин: учеб. пособие / В. Д. Мигаль. – Х.: Майдан, 2014. – 466 с.
40. Мигаль В. Д. Техническая диагностика автомобилей. Теоретические основы: учеб. пособие / В. Д. Мигаль. – Х.: Майдан, 2014. – 516 с.
41. Мигаль В. Д. Основы технической диагностики автомобилей: учеб. пособие. – 2-е изд. перераб. и доп. / В. Д. Мигаль. – Х.: Майдан, 2016. – 372 с.
42. Туренко А. Н. Проектирование диагностического обеспечения транспортных машин: учеб. пособие / А. Н. Туренко, В. Д. Мигаль, Л. А. Рыжих. – Х.: Майдан, 2016. – 392 с.
43. Мигаль В. Д. Техническая диагностика трансмиссии автомобилей: учеб. пособие / В. Д. Мигаль, С. А. Гаврилов. – Х.: Майдан, 2016. – 330 с.
44. Мигаль В. Д. Автомобильные двигатели внутреннего сгорания. Параметры и системы управления: учеб. пособие / В. Д. Мигаль. – Х.: Майдан, 2016. – 320 с.
45. Мигаль В. Д. Мехатронні та телематичні системи автомобіля: навч. посібник / В. Д. Мигаль. – Х.: Майдан, 2017. – 313 с.
46. Мигаль В. Д. Системы контроля и диагностики автомобиля: учеб. пособие / В. Д. Мигаль. – Х.: Майдан, 2017. – 605 с.

Учебное издание
Мигаль Василий Дмитриевич

СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ
АВТОМОБИЛЯ

Учебное пособие

В авторской редакции

Технический редактор Жадан А. И.

Компьютерная верстка Жадан А. И.

Дизайн обложки Кривошапов С. И.

Підписано до друку 06.06.17. Формат 70х100/16.
Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman. Друк офсетний.
Ум. друк. арк. 37,88. Наклад 300 прим. Зам. № 17-58.

Видання і друк ТОВ «Майдан»
61002, Харків, вул. Чернишевська, 59
Тел.: (057) 700-37-30
E-mail: maydan.stozhuk@gmail.com

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців і розповсюджувачів
видавничої продукції ДК № 1002 від 31.07.2002 р.

