

УДК 625.032.821:629.3.018.7

ДОРОЖНОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ЗАДНЕПРИВОДНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

**В. П. Волков, проф., д. т. н., Э. Х. Рабинович, доц., к. т. н.,
Е. А. Белогуров, доц., к. т. н.,
Ю. В. Зыбцев, инж., А. С. Тараненко, инж.,
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет**

Аннотация. Предложено при отсутствии горизонтального участка дороги нужной длины проверять автомобиль по выбегу с 50 или 40 км/ч до 20 км/ч. Этим исключаются меньшие скорости, где показатели варьируются в 3–4 раза сильнее обычного. Проверку по разгону предложено выполнять на III и II передачах и оценивать состояние двигателя по худшему результату.

Ключевые слова: автомобиль, диагностирование, дорога, низшие передачи, время разгона, время выбега, путь выбега.

ДОРОЖНЕ ДІАГНОСТУВАННЯ ЗАДНЬОПРИВІДНИХ АВТОМОБІЛІВ

**В. П. Волков, проф., д. т. н., Е. Х. Рабинович, доц., к. т. н.,
Є. О. Білогуров, доц., к. т. н.,
Ю. В. Зибцев, інж., А. С. Тараненко, інж.,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет**

Анотація. Запропоновано за відсутності достатньо довгої горизонтальної ділянки дороги перевіряти автомобіль за вибігом з 50 або 40 км/год до 20 км/год. Так виключаються менші швидкості, де показники варіюють в 3–4 рази сильніше звичайного. Перевірку за розгоном запропоновано виконувати на III і II передачах і оцінювати стан двигуна за гіршим результатом.

Ключові слова: автомобіль, діагностування, дорога, нижчі передачі, час розгону, час вибігу, шлях вибігу.

ROAD DIAGNOSING OF REAR-DRIVE CARS

**V. Volkov, Prof., D. Sc. (Eng.), E. Rabinovich, Assoc. Prof., Ph. D. (Eng.),
E. Belohurov, Assoc. Prof., Ph. D. (Eng.), Yu. Zybtssev, Eng., A. Taranenko, Eng.,
Kharkiv National Automobile and Highway University**

Abstract. The author recommends the testing of the vehicle on the coastdown from 50 or 40 km/h to 20 km/h when a long horizontal highway section is not available. This eliminates the speed of 20 km/h to zero, at which the variation of parameters increases by 3–4 times. Checks as for acceleration should be implemented with the III and II gears and the diagnosis of the engine condition should be carried out according to the worst outcome.

Key words: car, diagnostics, road, downshift gear, acceleration, coastdown, time, path

Введение

Как показано в работе [1], для общего диагностирования автомобиля по разгону и выбегу на дороге нужны прямые горизонтальные

участки большой длины. Однако такие дороги есть не везде. Поэтому предложено выполнять разгоны на низших передачах, а выбеги – с малых скоростей, для чего достаточно более коротких участков дороги.

Анализ публикаций

Эксперименты на переднеприводных автомобилях Lada Priora и Volkswagen Passat показали, что можно использовать третью и вторую передачи, но не первую. Однако были выявлены некоторые расхождения результатов измерения показателей с расчетами. Специфика работы автоматической трансмиссии переднеприводного автомобиля Honda Civic, как показал эксперимент, вносит неожиданные и труднопреодолимые сложности в проведении испытаний – невозможно выполнять разгон на низших передачах, режим Tiptronic не выполняется, автоматическая коробка передач самопроизвольно переключается в режим D. Возникло опасение, что и автомобили заднеприводной компоновки могут иметь особенности, затрудняющие проверку на низших передачах.

Цель и постановка задачи

Была поставлена задача проверить возможность оценки технического состояния автомобилей классической компоновки на дороге ограниченной длины по разгону на низших передачах и выбегу с малых скоростей.

Описание экспериментов

Тест автомобиля «Волга» ГАЗ-31105 проведен 24.11.2012 г. на дороге, идущей по дамбе водохранилища. Погодные условия: температура – от минус 1 до плюс 0,6 °С, давление – 101,3 кПа (760 мм рт. ст.), относительная влажность – 91 %, плотность воздуха – 1,3 кг/м³, ветер с ВСВ, скоростью до 2 м/с.

Испытывался автомобиль «Волга» ГАЗ-31105 выпуска 2007 г. снаряженной массой 1400 кг с двигателем ЗМЗ-40621А.101. Загрузка – водитель, испытатель, оборудование и инструменты общей массой 202 кг. Для расчетов приняты следующие значения дополнительных показателей автомобиля: динамический радиус колеса $r_k = 0,306$ м; коэффициент учета вращающихся масс при выбеге – 1,028. Принятые значения приведенной массы двигателя указаны в табл. 1.

По результатам выбега определены значения коэффициента аэродинамического сопротивления 0,469 (по данным продувки в аэродинамической трубе $C_x = 0,461$, $F = 2,28$ м²) и коэффициента суммарного дорожного сопро-

тивления $\psi = 0,0144$ – реальное значение для всесезонных шин Vredestein SnowTrac 2 195/65 R15 91T M+S при скорости 30 км/ч.

Таблица 1 Приведенная масса двигателя ЗМЗ (со сцеплением, первичным и промежуточным валами КП) на разных передачах при $I_{en} = 0,45$ кг·м², $u_0 = 3,9$

Передача	IV	III	II
Передаточное число КП	1	1,304	2,188
Приведенная масса двигателя m_{en}	73,1	124,3	349,9

Как показали замеры, путь выбега с истинной скорости 50 км/ч достигает 792 м (табл. 2). Это создаст затруднения при проверке автомобиля на обычных дорогах, где длина горизонтальных участков не превышает 500 м. Снизить требования к длине дороги можно за счет сокращения скоростного диапазона. Э. А. Кондратьев указал на большое расхождение экспериментальных и расчетных показателей выбега на скоростях ниже 20 км/ч и предложил замерять время выбега от 50 до 20 км/ч [2]. Наши замеры подтвердили целесообразность этого предложения. Действительно, путь выбега заметно сокращается. Если же и такого участка дороги нет, можно измерять выбег от 40 до 20 км/ч. В этом случае путь не превышает 340 м, а времени выбега (в среднем 38 с) вполне достаточно для надежной фиксации ручным секундомером. Второе важное достоинство такого варианта – исключение участка скоростей от 20 км/ч до остановки, где время выбега сильно варьирует (табл. 3).

Разгон «Волги» шел одинаково на всех передачах – медленное начало с выходом к середине режима на уровень 95–100 % крутящего момента по внешней скоростной характеристике (BCX) (рис. 1).

Расчетные графики (тонкие линии на рис. 1) построены по заводской BCX двигателя [3] (рис. 2), аппроксимированной кусочно (отдельно левая и правая части).

Результаты эксперимента позволяют сделать вывод, что общепринятая математическая модель сопротивлений с указанными значениями параметров автомобиля достаточно хорошо описывает процесс разгона и может быть использована для расчета нормативов параметров дорожного диагностирования.

Таблица 2 Экспериментальный путь выбега автомобиля ГАЗ-31105

V_0 спидом.	55,4	55,4	55,4	55,4	54,3	53	51,7	49,8	47,3	Путь ср.	Время ср.	
V_0 истин.	50	50	50	50	48,9	47,6	46,3	44,5	42			
Путь, м	от V_0 до 0	594	657	792	792	682	539	542	596	505	633	
	от V_0 до 20	460	523	644	478	542	406	458	464	371	483	
	от 40 до 20	292	326	324	280	328	292	336	338	304	313	38

Таблица 3 Вариация времени выбега автомобиля ГАЗ-31105 в разных интервалах скорости

Время	t_{30-20}	t_{20-10}	t_{10-0}	t_{50-20}	t_{40-20}
σ	1,137	2,397	2,988	2,500	1,623
m	18,031	20,742	14,495	48,342	34,47
v	0,0631	0,115	0,206	0,052	0,047

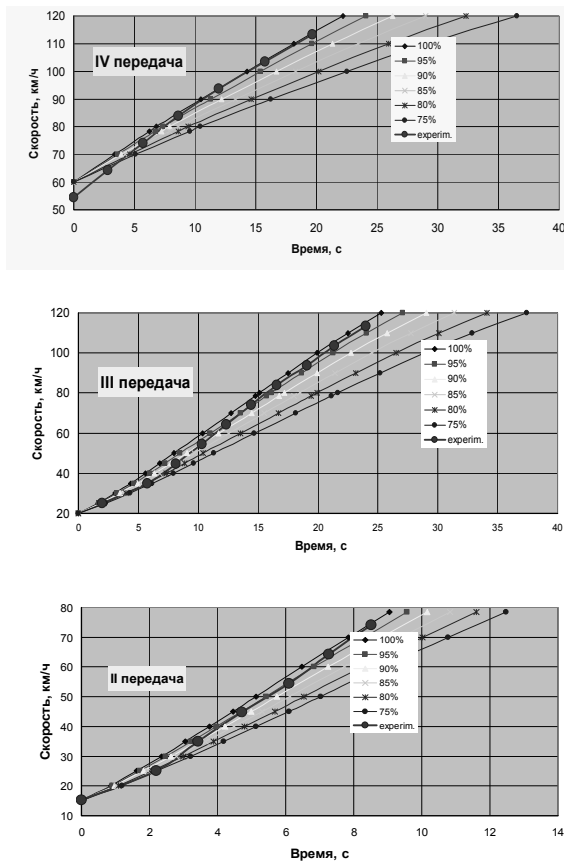


Рис. 1. Разгон автомобиля ГАЗ-31105 на разных передачах

Результаты эксперимента позволяют сделать вывод, что общепринятая математическая модель сопротивлений с указанными значениями параметров автомобиля достаточно хорошо описывает процесс разгона и может быть использована для расчета нормативов параметров дорожного диагностирования.

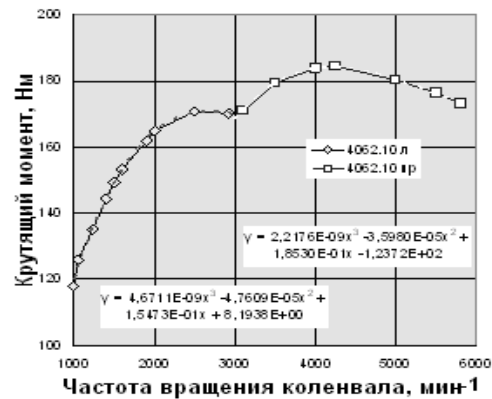


Рис. 2. Аппроксимация кривой крутящего момента двигателя ЗМЗ-4062.10

Тест автомобиля «Жигули» ВАЗ-21053 выполнен 25.09.2012 г. на той же дороге (рис. 3). Погода во время заездов: температура – от минус 19 до плюс 18 °С, давление – 100 кПа (750 мм рт. ст.), относительная влажность – 48 %. Плотность воздуха – 1,19 кг/м³. Ветер западный, скоростью 2–3 м/с.

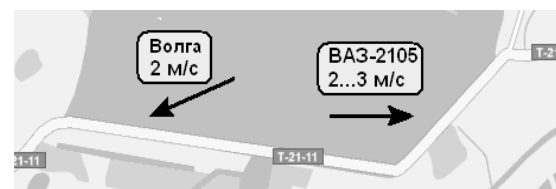


Рис. 3. Место проведения экспериментов и данные о ветре

Объект испытаний: автомобиль «Жигули» ВАЗ-21053 выпуска 1982 г. с двигателем ВАЗ-2103. Снаряженная масса по показани-

ям весового устройства стенда Weissbarth BD600 – 1092 кг. Загрузка – водитель, два испытателя, оборудование и инструменты общей массой 300 кг. Принятые значения: динамический радиус колеса $r_k = 0,281$ м; приведенная масса четырех колес с трансмиссией 38 кг [4], собственный момент инерции двигателя с ведущей частью трансмиссии принят $0,19$ кг·м² (по [5]). Соответствующие расчетные значения приведенной массы двигателя указаны в табл. 4.

Таблица 4 Приведенная масса двигателя ВАЗ-2103 (со сцеплением, первичным и промежуточными валами КП) на разных передачах при $I_{en} = 0,19$ кг·м², $u_0 = 4,1$

Передача	IV	III	II	I
Передаточное число КП	1	1,493	2,303	3,753
Приведенная масса двигателя m_{en}	40,45	90,16	214,53	569,73

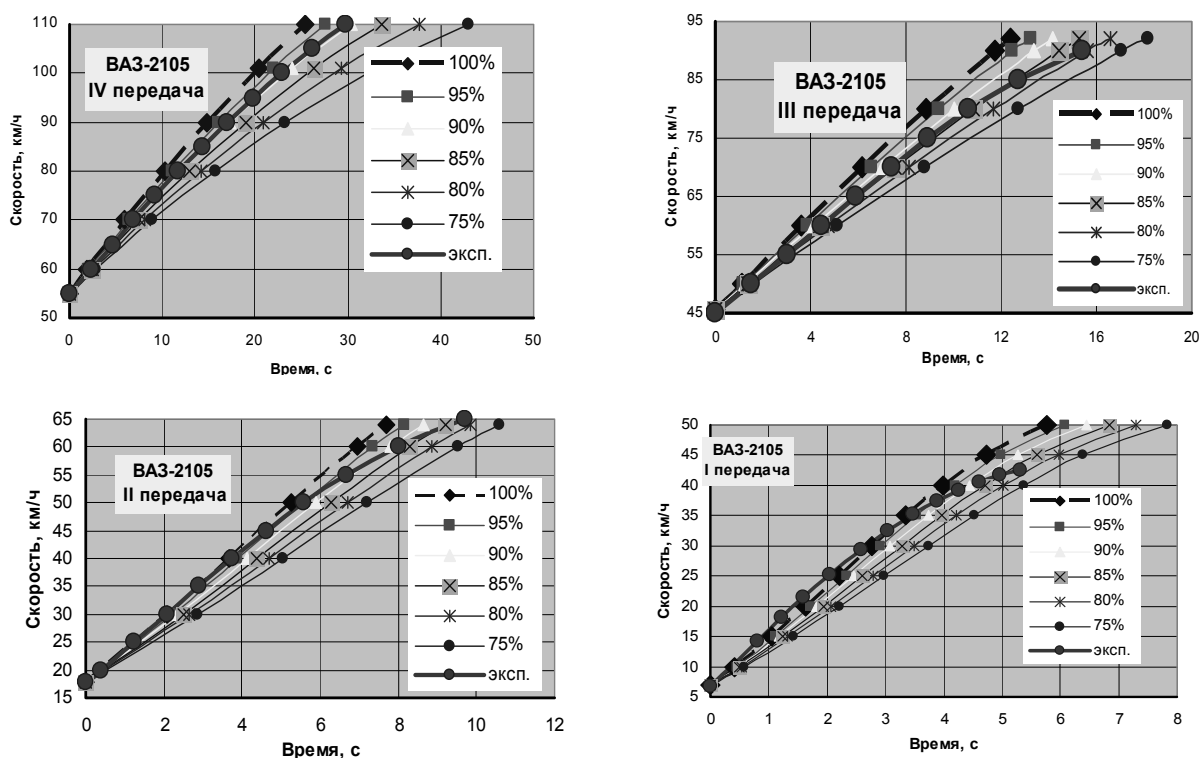


Рис. 4. Разгон автомобиля ВАЗ-2105 на разных передачах

Автомобиль на IV передаче разгонялся медленно, на III даже не уложился в предельно допустимые 85 %, но на второй и, особенно, на первой разгон вначале шел быстрее идеального, хотя ближе к концу режима темп разгона заметно снизился. Возможны два объяснения таких результатов – либо имело место нестабильное нажатие водителем на педаль газа, либо были неточности теоретического расчета разгонов – из-за неточного знания массы автомобиля, моментов инерции

По результатам выбега определены методом [6] значения коэффициента аэродинамического сопротивления $0,52-0,54$ (по данным АвтоВАЗ $C_x = 0,52$, $F = 1,885$ м²) и коэффициента суммарного дорожного сопротивления $\psi = 0,0145$ – реальное значение для все-сезонных шин Belshina Бел-103 175/70 R13 82H при скорости 30 км/ч. Диаграммы разгона на разных передачах противоречивы (рис. 3).

вращающихся частей (особенно двигателя) и, наконец, незнания передаточных чисел трансмиссии. Именно последнее могло вызвать разницу поведения автомобиля на разных передачах. На автомобилях ВАЗ-2105 использовались два типа четырехступенчатой коробки передач – тип 2101 и тип 2105 с разными передаточными числами. На тестовом автомобиле 1982 года выпуска маркировка коробки стерлась, и ее тип был неизвестен.

Для идентификации коробки передач вывели левое заднее колесо, вывернули свечи, сняли крышку прерывателя-распределителя и, проворачивая вручную колесо, подсчитывали обороты токоразностной пластины (ротора). Выяснилось, что передаточные числа коробки соответствуют типу 2101, а передаточное число главной передачи равно 4,1. Именно при таких данных выполнены описанные выше расчеты.

Имеющиеся данные не дают основания для однозначного объяснения описанных результатов. Наиболее вероятная причина расхождения теории и эксперимента – существенное отличие фактической ВСХ двигателя ВАЗ от заводской. Однако именно установление этого факта является задачей общего диагностирования. Поэтому выявленное снижение тяговых свойств на III передаче является симптомом ухудшения технического состояния двигателя и сигналом о необходимости его углубленного диагностирования.

Выводы

Подтверждена возможность проверки тяговых свойств автомобилей классической заднеприводной компоновки по разгону на пониженных передачах.

Выявлено, что при скоростях ниже 20 км/ч и, особенно, ниже 10 км/ч вариация времени выбега увеличивается в 2–3 раза под действием случайных факторов при неизменном техническом состоянии автомобиля, что искажает результат испытаний. Рекомендуется измерять время выбега не до остановки, а до скорости 20 км/ч. Подтверждена возможность проверки ходовой части по выбегу с 50 или 40 км/ч до 20 км/ч.

Выявлено, что проверка времени разгона на разных передачах может привести к противоречивым заключениям о техническом состоянии силового агрегата. Рекомендуется измерять время разгона по крайней мере на двух передачах, например, второй и третьей, и делать заключение по худшему из результатов.

Литература

1. Рабинович Э. Х. Измерение тягово-скоростных показателей автомобиля по времени разгона на разных передачах / Э. Х. Рабинович, В. П. Волков, Ю. В. Зыбцев // Український метрологічний журнал. – 2012. – № 4. – С. 47–52.
2. Анализ сопротивлений движению легкового автомобиля при выбеге / В. П. Волков, Э. Х. Рабинович, Е. А. Белогуров, Э. А. Кондратьев // ЕКОВАРНА. – 2012. – С. 317–321.
3. Заволжский моторный завод. Каталог автомобильных двигателей внутреннего сгорания. ЗМЗ, 13.12.2006. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://catalog_dv.pdf
4. Измерение момента инерции и сопротивлений холостого хода трансмиссии автомобиля ВАЗ-2105 методом выбега: науч. труды / Э. Х. Рабинович, В. П. Волков, В. А. Зуев, П. А. Никитин // Метрологія та вимірювальна техніка: VIII Міжнар. наук.-техн. конф. «Метрологія-2012» – 9–11 жовтня 2012 р., Харків. – Х.: ННЦ «Інститут метрології», 2012. – С. 394–397.
5. Иванов С. Н. Аппроксимирующие зависимости для определения моментов инерции / С. Н. Иванов, П. И. Баженов // Автомобильная промышленность. – 1992. – № 10. – С. 19–20.
6. Измерение аэродинамического сопротивления движению автомобиля дорожным методом: науч. труды / Э. Х. Рабинович, В. П. Волков, Е. А. Белогуров, Д. В. Никитин // Метрологія та вимірювальна техніка: VIII Міжнар. наук.-техн. конф. «Метрологія-2012» – 9–11 жовтня 2012 р., Харків. – Х.: ННЦ «Інститут метрології», 2012. – С. 390–393.

Рецензент: В. И. Клименко, профессор, к. т. н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 28 марта 2014 г.