

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Автомобільний факультет

Кафедра технічної експлуатації і сервісу автомобілів
ім. Говоруценка М.Я.

Павленко В.М.

Конспект лекцій з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів» для бакалаврів денної форми навчання зі спеціальності 274 «Автомобільний транспорт».

Частина 1

Харків – 2023

Павленко В.М. Конспект лекцій з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів» для бакалаврів денної форми навчання зі спеціальності 274 «Автомобільний транспорт». Частина 1. Харків: ХНАДУ, 2023. 53 с.

Розглянуті принципи і підходи, що забезпечують підтримання парку автомобілів на заданому рівні надійності, технічний стан автомобілів, а також причини і закони його зміни в різних умовах експлуатації.

Призначений для бакалаврів денної форми навчання зі спеціальності 274 «Автомобільний транспорт».

Лекція №1 Введення до дисципліни. Предмет та структура, основні терміни та поняття.

План

1. Знайомство с дисципліною.
2. Предмет та структура, основні терміни та поняття.
3. Організація СРС.
4. Рекомендована література.

Технічна експлуатація автомобілів є дисципліна, галузь знань, наука, що має свої поняття й категорії. Технічна експлуатація автомобілів (ТЕА) як наука визначає шляхи й методи ефективного управління технічним станом автопарку . Завдання ТЕА:

- забезпечення регулярності й безпеки перевезень;
- досягнення повної реалізації конструктивної й експлуатаційної надійності автомобіля;
- зниження витрат на зміст автомобілів;
- зменшення впливу технічних засобів автомобільного транспорту на персонал і навколишнє середовище.

ТЕА наука прикладна. Це означає, що в ній використовуються тією чи іншою мірою положення й категорії всіх дисциплін, які викладаються в університеті. Відповідно до цього, ТЕА можна розглядати в технічному, економічному, соціальному й, у деяких випадках, у політичному аспектах.

У числі інших дисциплін використовуються положення теорії надійності, оскільки саме надійністю багато в чому визначається ефективність використання автомобілів.

Надійність – складна властивість, що включає безвідмовність, довговічність, ремонтпридатності, зберігаємість.

Надійність – ця властивість автомобіля зберігати в часі у встановлених межах значення всіх параметрів, що характеризують здатність виконувати транспортну роботу, у заданих умовах. Надійність автомобіля – це лише одне з його якостей.

Якість – це сукупність властивостей, що визначають ступінь придатності автомобіля (агрегату) до виконання заданих функцій при використанні по призначенню.

Приклад комплексів експлуатаційних властивостей, що визначають якість автомобілів: місткість, динамічність, економічність, безпека і т.д. У процесі експлуатації по різних причинах багато якостей змінюються й автомобіль у межі втрачає працездатність.

Працездатність – стан автомобіля, при якому значення всіх параметрів, що характеризують його здатність виконувати транспортну роботу, відповідає вимогам нормативно-технічної документації. При цьому експлуатаційні властивості повинні перебувати в припустимих межах.

Подія, що полягає у втраті працездатного стану автомобіля називається відмовою. Несправність – стан автомобіля, при якому він не відповідає хоча б одному з вимог нормативно-технічної документації. Таким чином, поняття “несправність” набагато ширше поняття “відмова”. Критерії відмов і граничних станів установлюють у нормативно-технічних документах. Працездатний стан підтримується виробничо-технічною службою.

Працездатний стан, відмова, несправність поєднуються поняттям “технічний стан”. Технічний стан автомобіля визначається сукупністю мінливих властивостей, характеризуємих кількісними показниками конструктивних параметрів.

У процесі здійснення транспортної роботи автомобілем його технічний стан з деяких причин змінюється. Знання основних причин зміни технічного стану необхідно для вдосконалювання конструкції й ефективного використання автомобіля. Існують три основні причини зміни технічного стану: вплив робочих навантажень, вплив зовнішніх умов і випадкові причини. Результатом впливу постійних навантажень є зношування, пластичні деформації, втомлені руйнування, корозія, фізико-хімічні зміни в матеріалі деталей.

Зношування протікає під дією тертя, що залежить від матеріалу сполучених деталей, якості поверхонь, наявності змащення та ін. Зношування

– це процес руйнування й відділення матеріалу з поверхні деталі або нагромадження залишкової деформації. Проявляється в поступовій зміні розмірів і форми деталей. Результат зношування – зношування.

Пластичні деформації й тендітне руйнування пов'язані з перевищенням границі текучості або міцності відповідно у в'язких і тендітних матеріалів. Є наслідком прорахунків при конструюванні або порушення правил експлуатації (наприклад, у результаті дорожньо-транспортних випадків).

Втомлені руйнування виникають при циклічному додатку навантажень, що перевищують границю витривалості матеріалу. При цьому відбувається нагромадження й ріст втомлених тріщин, що приводять до втомленому руйнування. Характерні приклади – ресори, півосі, рами.

Корозія відбувається внаслідок агресивного впливу навколишнього середовища на деталі.

Результатом дії корозії є іржавіння, зменшення міцності, погіршення зовнішнього вигляду. Основний агент корозії – сіль, якої в зимовий час посипають дороги, компоненти газів, що відробили, кислоти, що перебувають у ґрунті й опадах. Корозія вражає кузови, кабінки, рами. Корозії сприяє волога на металевих поверхнях. Корозія прискорює втомлене зношування й руйнування.

Старіння – зміна технічного стану деталей і матеріалів під дією навколишнього середовища. Наприклад, резино-технічні вироби втрачають міцність під дією масла, палива, вологості, сонячній радіації і т.д. Паливно-мастильні матеріали старіють не тільки в експлуатації, але й при зберіганні.

Питання для самоконтролю.

- 1 Що таке ТЕА, як прикладна наука?
- 2 Для чого потрібно знати причин зміни технічного стану транспортного засобу?
- 3 Що таке якість?

Лекція №2. Ефективність використання машин. Складові частини ефективності використання автомобілів

План

1. Основні технічні проблеми на автомобільному транспорті і шляхи їх вирішення.
2. Складові частини ефективності використання автомобілів.
3. Роль технічної експлуатації при обслуговуванні автомобілів.

Важливою складовою матеріально-технічної бази аграрних підприємств є транспортні засоби. Вони становлять самостійну галузь у кожному підприємстві, яка забезпечує переміщення вантажів. Узгодженість виробничих процесів з транспортними операціями – необхідна умова безперебійної і ефективної роботи кожного аграрного підприємства.

Сільськогосподарське виробництво має широкі економічні зв'язки і його дальший розвиток неможливий без розвинутої системи міжгосподарських і внутрішньогосподарських транспортних засобів. У зв'язку з великою територіальною віддаленістю полів і ферм транспортування вантажів є важливою частиною виробничого процесу.

Транспортні роботи поділяють на:

внутрішньо-бригадні – перевезення робітників виробничих підрозділів; підвезення тари, добрив, насіння на поля; перевезення продукції до місць сортування, пакування та ін.;

внутрішньогосподарські – перевезення продукції з полів та ферм до місць доробки, переробки, зберігання;

позагосподарські – перевезення вантажів на заготівельні й переробні підприємства, елеватори або завезення засобів виробництва, що використовуються в господарській діяльності.

В аграрних формуваннях обсяг вантажів у тонах визначають за технологічними картами вирощування сільськогосподарських культур і виробництва продукції тваринництва з одночасним урахуванням перевезень

різних матеріалів, мінеральних добрив, нафтопродуктів, палива та ін.

Організаційно-економічні вимоги до будь-яких видів транспортних засобів полягають у їх відповідності типу вантажів, можливостям раціональної організації праці та мінімуму експлуатаційних витрат.

Раціональна організація транспортних робіт в аграрних формуваннях потребує погодженості в роботі навантажувально-розвантажувальних машин, механізмів і транспортних засобів, повного завантаження їх протягом року, раціонального комплектування агрегатів з урахуванням транспортної швидкості й вантажопідйомності машин і причепів, якісної дорожньої мережі вдосконалення організаційних форм сільськогосподарського виробництва.

Обсяг транспортних робіт у тонно-кілометрах, або вантажооборот, обчислюють множенням обсягу вантажоперевезень у тонах на середньозважену відстань перевезень. Обсяг вантажоперевезень у тонах і вантажооборот у тонно-кілометрах у конкретному аграрному підприємстві залежить від площі землекористування, рівня урожайності сільськогосподарських культур, продуктивності тварин, спеціалізації господарства, його віддаленості від переробних підприємств і заготівельних організацій, залізничної станції та інших робіт.

На потребу в транспортних засобах істотний вплив має клас вантажів. Розрізняють п'ять таких класів.

До першого класу належать вантажі, які забезпечують 100% використання вантажопідйомності (зерно, крім вівса й кукурудзи в качанах, картопля свіжа, борошно, фрукти свіжі в ящиках, камінь, цемент, мінеральні добрива тощо), до другого – з використанням вантажопідйомності на 99-71% (вовна пресована, зелень городня в ящиках, капуста свіжа, комбікорми, кукурудза в качанах, сіно й солома пресовані, насіння соняшнику та ін.), до третього – на 70-51% (вовна непресована, молоко свіже в бідонах та автоцистернах, нафтопродукти, силосна маса, тютюн, худоба домашня велика тощо), до четвертого – на 50-41% (зелень городня навалом, кокони шовкопряда, розсада овочева без упаковки, худоба домашня дрібна тощо), до п'ятого класу – вантажі, які забезпечують використання вантажопідйомності

менше ніж на 41% (бавовна).

Вантажний автотранспорт потребує великих витрат на своє утримання і це значною мірою впливає на собівартість сільськогосподарської продукції.

Усі показники використання автотранспорту поділяють на три групи:

1. Показники інтенсивності:

- коефіцієнт використання автопарку визначають шляхом ділення автомобіле-днів перебування в роботі на автомобіле-дні перебування в господарстві;
- коефіцієнт технічної готовності розраховують шляхом ділення різниці між автомобіле-днями перебування в господарстві та автомобіле-днями в ремонті на автомобіле-дні перебування в господарстві;
- середня технічна швидкість обчислюють шляхом ділення загального пробігу автомобілів на час перебування в русі;
- середня експлуатаційна швидкість – це частка від ділення загального пробігу на час перебування автомобілів у наряді;
- середня відстань перевезення вантажу є часткою від ділення вантажообороту (т-км) на загальну кількість перевезеного вантажу (т);
- середньодобовий пробіг автомобіля визначають шляхом ділення загального пробігу автомобілів на автомобіле-дні в роботі;
- коефіцієнт використання пробігу дорівнює відношенню пробігу автомобілів із вантажем до загального пробігу;

2. Показники продуктивності автотранспорту:

- виробіток автомобілів на одну середньооблікову автомобіле-тону;
- кількість тоно-кілометрів на середньооблікову автомобіле-тону в тонно-кілометрах.

3. Показники ефективності використання автотранспорту:

- Собівартість тонно-кілометра визначають шляхом ділення експлуатаційних витрат на вантажооборот;
- експлуатаційні витрати на 100 км пробігу та на тонну вантажу;
- тазку;

- витрати пального на 100 км пробігу та на 100 т • км; – витрати пального на тонну вантажу.

Раціональна організація транспортних робіт в аграрних формуваннях потребує погодженості в роботі навантажувально-розвантажувальних машин, механізмів і транспортних засобів, повного завантаження їх протягом року, раціонального комплектування агрегатів з урахуванням транспортної швидкості й вантажопідйомності машин і причепів, якісної дорожньої мережі вдосконалення організаційних форм сільськогосподарського виробництва.

Ефективність використання транспортних засобів залежить не тільки від техніко-експлуатаційних можливостей сучасних автомобілів, а й від наявності і стану дорожньої мережі. Будівництво доріг з твердим покриттям потребує значних коштів, проте економічно ефективно. Значно зростають швидкість перевезень і вантажопідйомність автомобілів, зменшуються витрати пального і витрати на ремонт транспортних засобів. Стан доріг є також важливим фактором соціально-економічного розвитку села.

Питання для самоконтролю.

- 1 Назвіть технічні проблеми на автомобільному транспорті.
- 2 Яка роль технічної експлуатації при обслуговуванні автомобілів?
- 3 Перерахуйте всі показники використання автотранспорту.

Лекція №3. Вплив умов експлуатації на технічний стан автомобілів

План

1. Вплив умов експлуатації на технічний стан автомобілів.
2. Види зміни технічного стану автомобілів.
3. Дія умов експлуатації на технічний стан машин.
4. Дорожні умови, умови руху, природно - кліматичні і сезонні умови, транспортні умови.

На технічний стан автомобіля впливають конструктивні, технологічні, експлуатаційні і інші чинники.

Конструктивні чинники визначаються формами і розмірами деталей (від них залежить питомий тиск на поверхню деталі, концентрація напруги, ударна і втомна міцність металу); жорсткістю конструкції, тобто властивістю деталей, особливо базових, трохи деформуватися під впливом сприйманих навантажень; точністю взаємного розташування поверхонь і осей спільно працюючих деталей; правильним вибором посадок, що забезпечують надійну роботу сполучень, і ін.

Технологічні - це чинники, залежні від якості матеріалів, використовуваних для виготовлення деталей, застосування відповідної термічної обробки їх і складальних робіт (центрівка, співвісна, регулювання зазорів, якість кріплення) і так далі.

Експлуатаційні чинники залежать від дорожніх, транспортних і кліматичних умов.

Вони найбільшою мірою впливають на технічний стан автомобілів. Дорожні умови характеризуються типом, станом і міцністю покриттів, подовженим профілем дороги, режимом руху, видимістю і так далі. Кліматичні, у різні періоди роки визначаються температурою і вологістю повітря, атмосферним тиском, кількістю опадів, силою та напрямом вітру, тривалістю снігового покриву. Транспортні умови включають об'єм і відстань перевезень, умови вантаження і розвантаження, особливості організації

перевезень, умови зберігання, обслуговування і ремонту автомобілів. Залежно від умов експлуатації змінюються швидкісні і навантажувальні режими деталей, механізмів і агрегатів автомобілів і термін їх безвідмовної роботи.

Наприклад, на коротких маршрутах частіше користуються зчепленням, гальмами, перемикають передачі, унаслідок чого збільшується вірогідність їх відмов. При експлуатації автомобілів у важких дорожніх умовах збільшуються навантаження на деталі автомобіля, викликаючи прискорене зношування, втому металу, порушення стабільності кріплень і регулювань, а у ряді випадків поломку деталей тертям ходової частини і рульового управління. Різні дорожні умови впливають на зміну характеру дії навантажень. Вібрації рами унаслідок нерівностей дороги ослабляють заклепувальні з'єднання, порушують співвісність двигуна і коробки передач, викликають додаткові навантаження в корпусах. Вібрація автомобіля прискорює знос і приводить до поломки кріпильних деталей карданної передачі, радіатора і підвіски. Пониження температури навколишнього повітря, погіршення із стояння дороги унаслідок сніжних занесень або бездоріжжя викликають додатковий передчасний знос або поломки деталей автомобіля (знос шліців, вилок, шпильок і підшипників хрестовини, зріз шпильок кріплення підвісної опори і ін.).

З метою зменшення впливу кліматичних умов на протікання робочих процесів автомобіля створені спеціальні змащувальні матеріали. Робота автомобіля на вологих дорогах, а також в умовах вологого клімату викликає корозію деталей підвіски, рами, кузова, крил, кабіни і тому подібне. На термін служби силових передач автомобіля істотно впливає їх тепловий режим. Він визначається температурою повітря, ступенем завантаження автомобіля, його швидкістю і залежить від довжини їзди, тривалості простою під вантаженням і вивантаженням, якістю технічного обслуговування в процесі роботи і іншими показниками. В процесі роботи і зберігання автомобіля ряд його агрегатів і деталей знаходяться в постійній взаємодії з експлуатаційними матеріалами.

Властивості цих матеріалів і умови їх застосування позначаються на процесі зношування і корозії деталей, витраті масла, продуктивності

автомобіля. Вживані експлуатаційні матеріали повинні відповідати конструктивним і технологічним особливостям агрегатів автомобіля, їх технічному стану і умовам експлуатації.

Значний вплив на технічний стан автомобіля надає якість його водіння, від якого залежать динамічні навантаження в деталях трансмісії автомобіля. Найбільш дієві режими трогання з місця у разі застрявання автомобіля. При різкому включенні зчеплення момент, що крутить, прикладається до трансмісії, може значно перевищити максимальний момент двигуна, що крутить, з урахуванням коефіцієнта запасу. Цим пояснюються поломки в трансмісії автомобіля, що працює в умовах поганих доріг.

Питання для самоконтролю.

- 1 Як впливають умови експлуатації на технічний стан автомобілів?
- 2 Які існують види зміни технічного стану автомобілів?
- 3 Які експлуатаційні чинники залежать від дорожніх, транспортних і кліматичних умов?

Лекція №4. Фізичні основи зносу сполучень автомобіля

План

1. Характеристика зношування, пластичних деформацій, втомного руйнування, корозії, фізико - хімічних змін в матеріалі.

Розглянемо докладніше зношування як найважливіший фактор зміни технічного стану автомобіля в процесі роботи.

Виділяють абразивне, ерозійне, втомлене, корозійне зношування, а також зношування при заїданні й фретинзі.

Абразивне зношування є наслідком ріжучого або дряпає дії твердих часток, що перебувають між поверхнями тертя. Приклад – гальмові барабани-колодки, шворні-підшипники ковзання.

Ерозійне зношування спостерігається при дії потоку рідини або газу на матеріал отвору. Ерозійному зношуванню піддаються клапани газорозподільного механізму й жиклери карбюратора.

Втомлене зношування являє собою руйнування поверхневого шару матеріалу під дією тертя й циклічного навантаження. Спостерігається на бігових доріжках підшипників, зубів шестірень.

Зношування при заїданні відбувається в результаті схоплювання матеріалу, переносу його з однієї поверхності на іншу. Приводить до задрі, заклинювання й руйнуванню матеріалів. Відбувається в результаті дії більших питомих тисків, розриву масляної плівки, при це поверхні зварюються. Типовий приклад зношування при заїданні – проворот вкладишів, заклинювання поршня.

Корозійне зношування відбувається при комбінації механічного зношування й агресивної дії середовища. Класичний приклад – зношування сполучення кільце-гільза циліндро-поршневої групи.

Зношування при фретингу являє собою зношування дотичних деталей при малих коливальних рухах. Типовий приклад – зношування сполучення «вкладиш-постіль» у підшипниках колінчатого валу.

Питання для самоконтролю.

- 1 Що таке абразивне зношування?
- 2 Які умови для появи корозійного зношування?
- 3 Який тип зношування спостерігається на бігових доріжках підшипників або зубах шестерень?

Лекція №5. Основи теорії надійності машин. Основні положення теорії надійності машин

План

- 1 Основні положення теорії надійності машин.
- 2 Складові надійності машин.
- 3 Критерії надійності.
- 4 Поняття працездатності, несправність, технічного стану, відмови.
- 5 Види, класифікація відмов.

Класифікація необхідна для розробки заходів щодо попередження й усуненню відмов. Відмови класифікуються в такий спосіб.

По впливу на працездатність автомобіля. Тут відмова одних елементів не впливає на працездатність автомобіля (наприклад, лампочки висвітлення салону), відмова інших елементів приводить до відмови автомобіля (наприклад, відмова лампочки стоп-сигналу).

По джерелу виникнення відмови бувають конструкційні, виробничі й експлуатаційні. Конструкційні відмови обумовлені недосконалістю конструкції, виробничі - недосконалістю технології виготовлення, експлуатаційні – порушенням чинних правил експлуатації автомобілів.

По зв'язку з відмовами інших елементів розрізняють залежні й незалежні відмови. Залежна відмова обумовлена відмовою або несправністю інших елементів виробу. (Наприклад, двигун перегрівся, рух неможливий, причина - ослаблення ременя вентилятора). Незалежна відмова обумовленості не має (наприклад, прокол шини на дорозі).

По характеру виникнення й можливості прогнозування розрізняють поступові й раптові відмови. Поступові відмови виникають у результаті плавної зміни технічного стану, найчастіше в результаті зношування. Їхня кількість становить від 40 до 70 % загальної кількості відмов. Вони можуть прогнозуватися й можуть бути відвернені в результаті своєчасного виконання профілактичного обслуговування. Для раптових відмов характерно

стрибкоподібна зміна технічного стану. Приклад раптової відмови – руйнування ресори, яке може відбутися в будь-який момент роботи виробу. При старінні питома вага раптових відмов зростає.

По стабільності прояву бувають відмови з постійним проявом і перемежовані. Перемежовані відмови багаторазово виникають і самоусуваються. Зустрічаються, в основному, в електричних колах при ослабленні контактів.

Відмови класифікуються також по частоті виникнення, по трудоемності усунення, по впливу на втрати робочого часу й по інших ознаках.

Питання для самоконтролю.

- 1 Перерахуйте основні критерії надійності.
- 2 Чим відрізняються поняття працездатності та технічного стану?
- 3 Які види відмов Ви знаєте?

Лекція №6 Закономірності, що характеризують зміну технічного стану машин. Ч.1. Функціональні та випадкові процеси

План

- 1 Функціональні та випадкові процеси.
- 2 Основні характеристики випадкових процесів.
- 3 Функції розподілу випадкової величини, що використовуються для опису несправностей.

Процеси зміни технічного стану можуть бути підрозділені на функціональні (детерміновані) і випадкові. Для функціональних залежностей характерний твердий зв'язок між функцією й аргументом, наприклад, $S=f(V,t)$.

Імовірнісні процеси відбуваються під впливом багатьох змінних факторів, значення яких невідомі. Тому результати процесу виявляють розсіювання або варіацію й називаються випадковими величинами. У технічній експлуатації автомобілів переважна більшість процесів є випадковою. Ступінь «випадковості» процесу залежить від частки його детермінованої складової й може бути оцінена за допомогою статистичних характеристик. Реалізація випадкового процесу – значення випадкової функції в момент часу t . Однак для кожного перетину можна визначити не випадкові функції, які можуть бути як постійні, так і залежні від часу.

Під дією різних факторів відомих і невідомих інтенсивність зміни параметра технічного стану в різних автомобілів будуть різними.

Якщо зафіксувати значення параметру, наприклад, на рівні Y_d , то моменти досягнення цього стану в різних автомобілів будуть різні, тобто наробіток на відмову буде випадковою величиною й буде мати варіацію. Тоді як установити момент контролю й обслуговування виробу? Адже від цього залежить трудомісткість і тривалість відновлення виробу.

Необхідно знати характеристики випадкової величини t при n реалізаціях:

- среднее значения (математичне очікування) $x_{cp}=(x_1+x_2+...+x_n)/n=(\sum x_i)/n$,

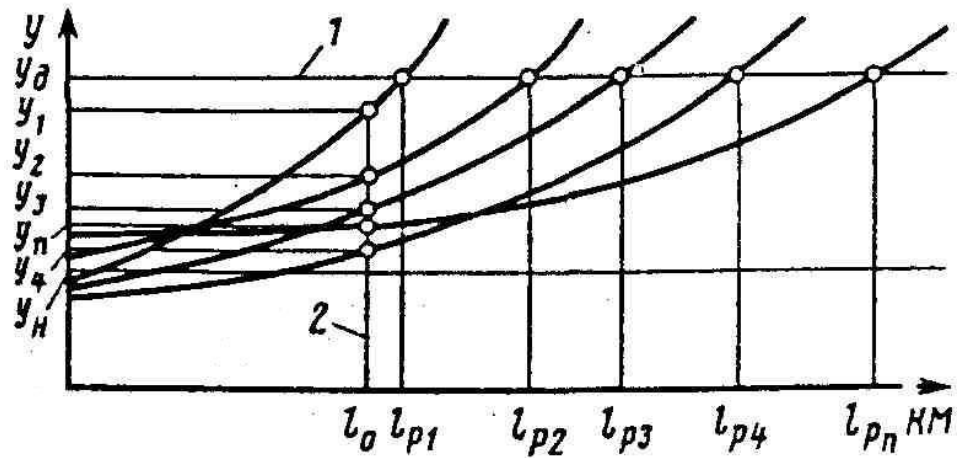


Рис 1. Варіація ресурсу й технічного стану: 1-перетин випадкового процесу по параметру Y; 2-теж по наробіткови l.

- середне квадратичне відхилення $\sigma=[\sqrt{\sum (x_i-x_{cp})^2}]/(n-1)$,
- дисперсія $D=\sigma^2$,
- коефіцієнт варіації $V_x=\sigma/x_{cp}$.

У технічній експлуатації автомобілів називають випадкові величини з малою $V_x < 0,1$; середньою $0,1 < V_x < 0,33$; і великою $V_x > 0,33$ варіацією.

На рис 1 представлена модель відмов так званих старіючих елементів. Однак їй не вичерпуються всі види відмов. Наприклад, так, як показано на мал. 2 відмовляє ремінь, шланг, електролампочка і т.д.

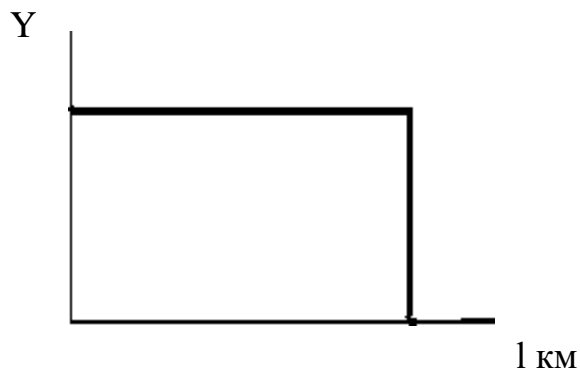


Рис.2. Схема раптової відмови: Y-Параметр працездатності

Однак усі види відмов можуть бути описані методами теорії

ймовірностей і математической статистики.

У значного числа вузлів і деталей процес зміни технічного стану носить плавний характер, що приводить у межі до виникнення поступових відмов. При цьому характер залежності може бути різним, рис. 3.

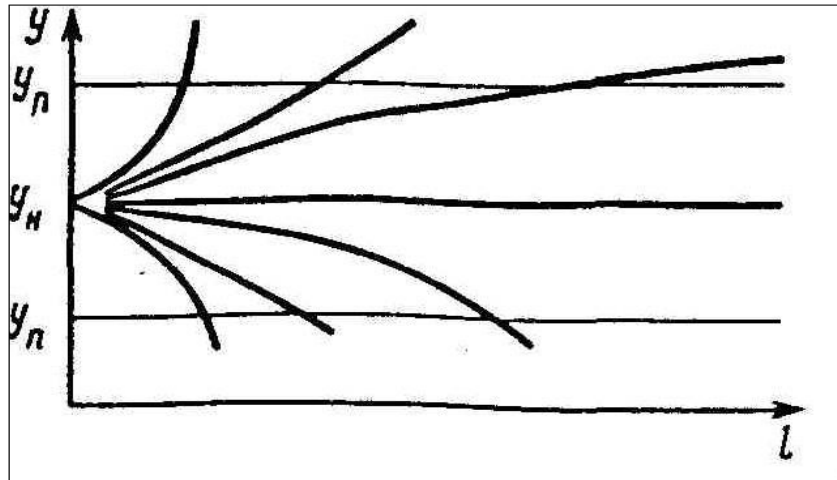


Рис. 3. Можливі реалізації зміни технічного стану різних елементів автомобіля

У випадку поступових відмов зміна параметра технічного стану може бути описано двома видами функцій: цілої раціональної n го порядку й статечною функцією. Ціла раціональна функція має вигляд:
$$y = a_0 + a_1 \cdot l + a_2 \cdot l^2 + a_3 \cdot l^3 + \dots + a_n \cdot l^n,$$

де a_0 - початкове значення параметра; $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ - коефіцієнти.

Аналітичне визначення функції необхідно для знаходження аналітичним способом значення ресурсу деталі (вузла). Однак для цього додатково необхідно знати граничне значення Y_p параметра технічного стану.

Питання для самоконтролю.

- 1 Чим відрізняються функціональні процеси від випадкових?
- 2 Перерахуйте основні характеристики випадкових процесів.
- 3 Які використовують функції розподілу випадкової величини, що використовуються для опису несправностей?

Лекція №7. Закономірності, що характеризують зміну технічного стану машин. Ч.2. Розподіл Гауса, Вейбулла

План

- 1 Розподіл Гауса, Вейбулла (слабкої ланки), логарифмічно - нормальний (пропорційного ефекту), експонентний (однопараметричний).
- 2 Параметри безвідмовності в поданні цих законів.

Безвідмовність – властивість автомобіля безупинно зберігати працездатність протягом певного пробігу. Розрізняють безвідмовність неремонтованих і ремонтваних виробів. Для неремонтованих елементів автомобіля, а також для деталей, де за умовами безпеки руху відмови неприпустимі, показниками безвідмовності, у числі інших показників, є:

- імовірність безвідмовної роботи;
- інтенсивність відмов;
- середній наробіток на відмову.

Показники безвідмовності оцінюються на підставі статистичних, імовірнісних величин, тому вони описуються теоретичними (точними) і статистичними (наближеними) рівняннями для регламентованих умов експлуатації.

Наприклад, середній наробіток на відмову визначається в такий спосіб:

$$X_{\text{ср}} = (1/n) \sum x_i,$$

де x_i наробіток i -го елемента на відмову.

При цьому елементів автомобілів випробовується доти, поки не відмовить останній.

Теоретична формула:

$$X_{\text{ср}} = \int f(x) dx$$

де $f(x)$ -щільність розподілу відмов.

Згадаємо, що ймовірність є чисельний захід існуючої можливості події. Являє собою відношення числа випадків, благоприємствующих події, до

загального числа випадків. Імовірність P змінюється від нуля до одиниці. При $P=1$ події називаються достовірними, при $P<0,05$ – малоімовірними.

Імовірність безвідмовної роботи $R(x)$ це відношення числа випадків безвідмовної роботи за наробіток x до загального числа випадків.

$$R(x)=[n-m(x)]/n = 1-[m(x)/n],$$

де $m(x)$ -число виробів, що відмовили, до наробітку x .

Імовірність відмови $F(x)$ є подія, протилежне ймовірності безвідмовної роботи:

$$F(x)=1-R(x)=m(x)/n.$$

На рис. 4 представлені графіки залежностей імовірності безвідмовної роботи й імовірності відмови від пробігу.

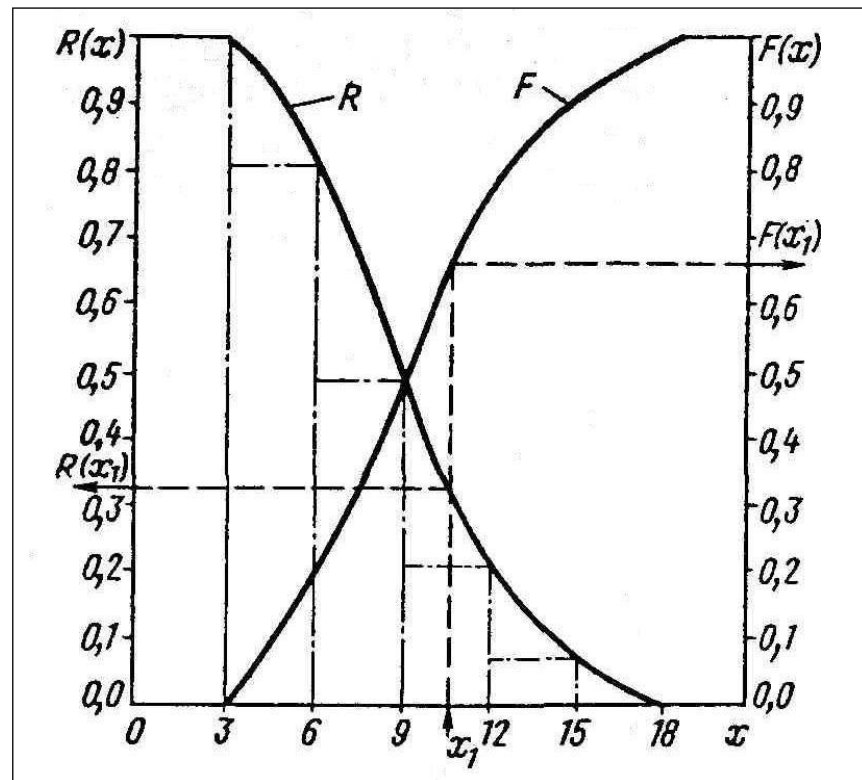


Рис.4. Імовірність безвідмовної роботи R і відмови F

Графіки слушні для невідновлюваних виробів, а також для відновлюваних виробів для окремих циклів роботи, наприклад, для першої відмови. Маючи $R(x)$, $F(x)$ можна вирішувати деякі завдання. Наприклад, x_1 -заданий наробіток агрегату, x_i -наробіток до відмови, то ймовірність події $P(x_i > x_1) = R(x) = \gamma$ означає, що з імовірністю $P = \gamma$ виріб проработить без відмови

більше заданої наробітку $x\gamma$. Цей наробіток називається γ процентним ресурсом до відмови. Звичайно γ ухвалюють рівної 0,8;0,85;0,9;0,95.

Щільність імовірності випадкової величини – це функція, що характеризує ймовірність відмови за малу одиницю часу при роботі деталі без заміни. Оскільки ймовірність відмови за наробіток x рівна $F(x)=m(x)/n$, те диференціюючи по x при $n=\text{const}$ одержимо: $f(x)=(1/n)/(dm/dx)$, де dm/dx – елементарна швидкість, з якої в будь-який момент часу відбувається збільшення числа відмов деталі. Тому що $f(x) = F'(x)$, то $F(x) = \int f(x) dx$. Тому $F(x)$ –інтегральна, а $f(x)$ –диференціальна функція розподілу. Тому що, $\int f(x)dx=1$ а, $R(x)=1-F(x)$, те $R(x)=\int f(x)dx$. Маючи значення $F(x)$ або $f(x)$ можна зробити оцінку надійності й визначити середній наробіток до відмови. Середній наробіток до відмови буде рівна $X_{\text{ср}} = \int f(x)dx$.

На практиці, знаючи $f(x)$, оцінюють можливе число відмов $m(x)$ за порівняно невеликий інтервал наробітку $\Delta x = x_1 - x_2$. Для цього значення $f(x_1)$ множать на число виробів і величину інтервалу Δx . Приклад. При $n=75$, $f(x)=0,02$ 1/тис.км і $\Delta x=2$ тис. км одержуємо $m(x_1 - x_2) = 0,02 * 75 * 2 = 3$ відмови. Це означає, що при експлуатації 75 невідновлюваних виробів є підстави очікувати в інтервалі $x_1 - x_2$ появи трьох відмов і відповідним чином підготується до їхнього усунення. Множачи значення щільності ймовірності відмови $f(x_1)$ на величину інтервалу пробігу, можна получить оцінку ймовірності відмови виробу в даному інтервалі $P(x_1 < x < x_2) = f(x_1) * \Delta x = 0,02 * 2 = 0,04$. Графічно ця величина визначається площею під кривої диференціальної функції розподілу з підставою $\Delta x = x_1 - x_2$ мал.5.

У загальному випадку $f(x)$, $R(x)$, $F(x)$ одержують при перетині випадкового процесу в моменти x_1, x_2 і т.д.

Диференціальна функція розподілу $f(x)$ називається законом розподілу випадкової величини. Її знання дозволяє більш точно планувати моменти проведення й трудомісткості робіт ТО й ПР, визначати необхідна кількість запасних частин, вирішувати інші організаційні й технологічні завдання.

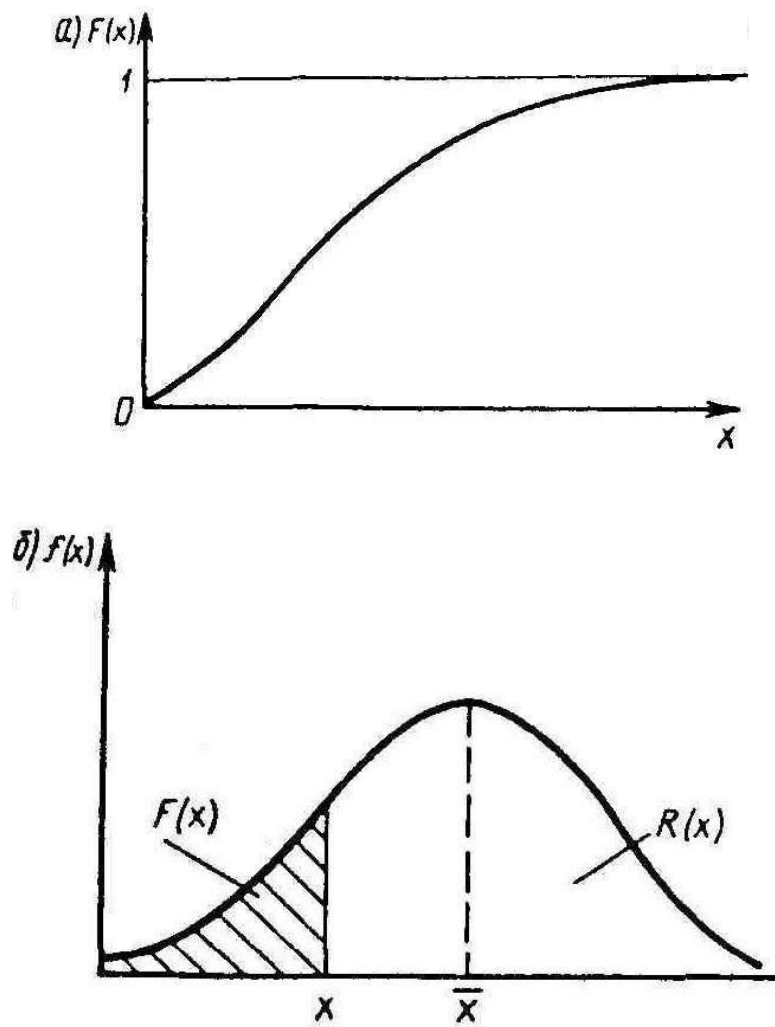


Рис. 5. Інтегральна (а) і диференціальна (б) функції розподілу: $F(x)$ - імовірність відмови; $f(x)$ -щільність імовірності відмови

Важливим показником надійності є інтенсивність відмов $\lambda(x)$, рівна щільності ймовірності відмови, діленої на ймовірність безвідмовної роботи для даного моменту часу або пробігу $\lambda(x) = f(x)/R(x)$.

Знаючи інтенсивність відмов, можна для будь-якого моменту часу або пробігу визначити ймовірність безвідмовної роботи:

$$R(x) = \exp -\int \lambda(x) d(x).$$

Інтенсивність відмов має розмірність $1/1000$ км.

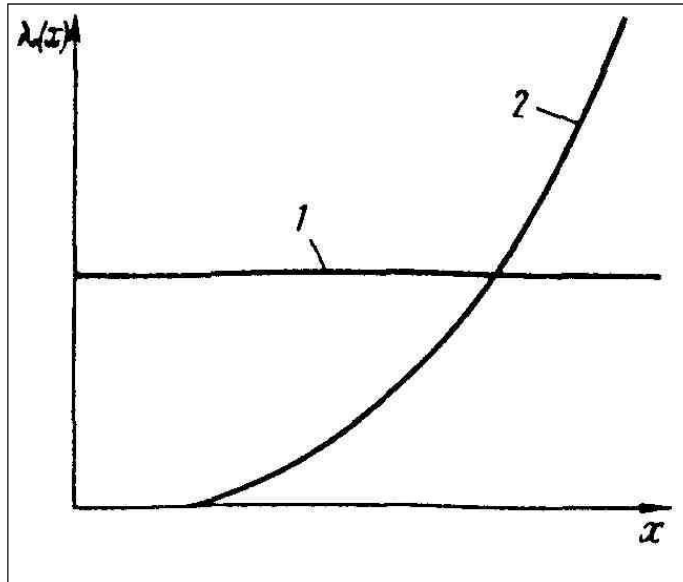


Рис 6. Зміна інтенсивності відмов для раптових(1) і поступових (2) відмов.

Питання для самоконтролю.

- 1 Що таке безвідмовність?
- 2 Як визначається імовірність безвідмовної роботи?
- 3 Що характеризує щільність імовірності випадкової величини?

Лекція №8. Безвідмовність машин. Показники машин, що не відновлюються, показники їх безвідмовності

План

- 1 Особливості експлуатації машин, що не відновлюються, показники їх безвідмовності.
- 2 Вірогідність безвідмовної роботи, інтенсивність відмов, середнє напрацювання на відмову.

Для ремонтваних систем доцільно визначати середній наробіток до к-ої відмови:

$$X_{kcp} = X_{1cp} + X_{2cp} + X_{3cp} + \dots + X_{k-1cp}, k_{cp} = X_{1cp} + \sum x_{k-1cp}, k_{cp},$$
$$X_{12cp} = \sum X_{12cp} / n,$$

де n-число автомобілів.

Другим показником є параметр потоку відмов $\omega(x)$, який являє собою щільність імовірності виникнення відмови відновлюваного виробу, обумовлена для даного моменту часу або пробігу: $\omega(x) = \sum f_k(x)$,

де $f_k(x)$ -щільність імовірності к-ої відмови.

На практиці параметр потоку відмов визначають у такий спосіб:

$$\omega(x) = m(X_1) / [n(X_2 - X_1)],$$

$m(X_1)$ -сумарне число відмов в інтервалі X_1, X_2 .

Іншими словами, $\omega(x)$ -це відносне число відмов, що доводиться на одиницю часу або пробігу одного виробу. Причому, при оцінці надійності виробу число відмов звичайно відносять до втечі, а при оцінці потоку відмов, що надходять для усунення- вчасно роботи виробничої зони.

Взагалі параметри безвідмовності ремонтваних систем більшою мірою характеризують зону ремонту, ніж автомобіль. Тому їх використовують для розрахунків ресурсів, необхідних для ремонту (відновлення) автомобіля.

Тут фіксувалися моменти часу появи випадкових однакових відмов у групі з n автомобілів. Подібне спостереження дозволяє знати, скільки

автомобілів з відмовами даного виду буде поступати у зону ремонту протягом зміни (тижня, місяця), чи буде їх кількість постійним і від яких факторів воно залежить.

Очевидно, що наробітку на відмови випадкові для кожного автомобіля й описуються відповідною функцією $f(x)$.

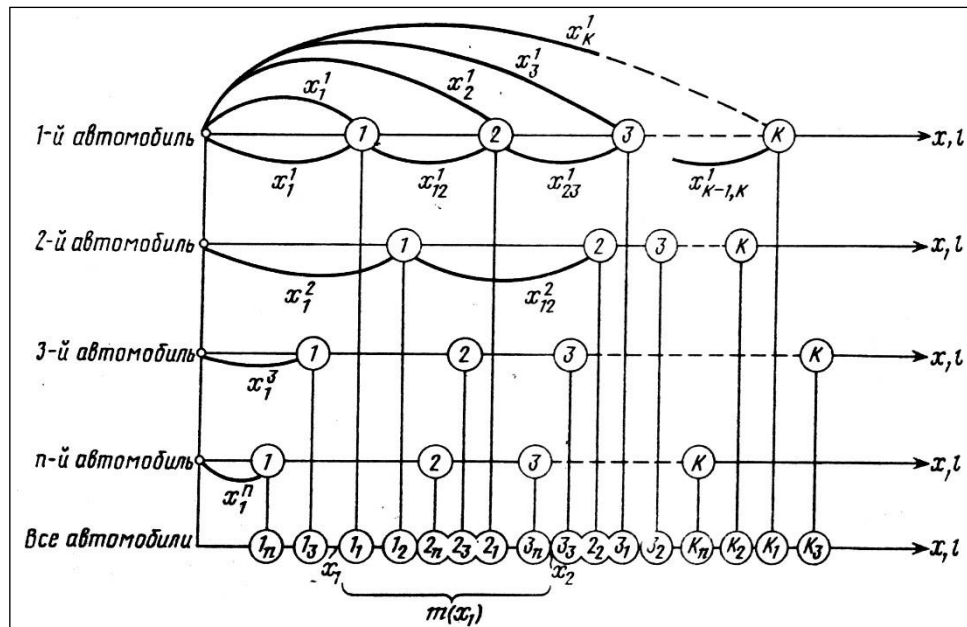


Рис 7. Схема формування потоку відмов

По-друге, ці наробітки незалежні в різних автомобілів. По-третє, для зони ремонту байдуже, від якого автомобіля надходить відмова і якої він по рахунку. Для цього випадку параметр потоку відмов буде рівний:

$$\omega(x) = m(X_1) / [n(X_2 - X_1)].$$

Питання для самоконтролю.

- 1 Що таке параметр потоку відмов $\omega(x)$, коли його використовують?
- 2 Що саме характеризують параметри безвідмовності ремонтіваних систем?

Лекція №.9 Показники машин, що відновлюються. Особливості експлуатації машин, що відновлюються

План

- 1 Особливості експлуатації машин, що відновлюються.
- 2 Показники безвідмовності систем, що відновлюються.
- 3 Середнє напрацювання до відмови, параметр потоку відмов, ведуча функція параметру потоку відмов.

Реальний парк автомобілів складається з автомобілів різних віків. Як у цих випадках планувати необхідну кількість ресурсів, як буде поводитися параметр потоку відмов? Для відповіді на це питання спочатку згадаємо, що $\omega(x)$ функція випадкова, тому вона має якийсь певний закон розподілу. Припустимо, це нормальний закон, рис.8.

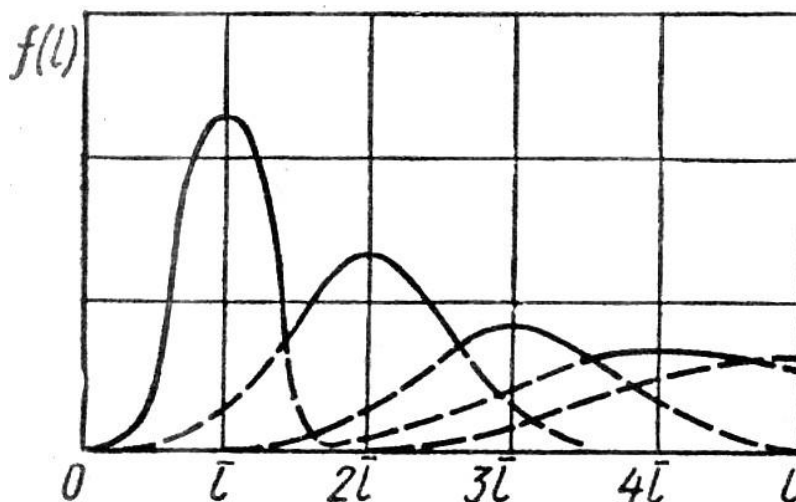


Рис. 8. Схема стабілізації потоку відмов $f(l)$ -потік відмов.

Відмови починають виникати з моменту $l - 3\sigma$ і до моменту $l + 3\sigma$ заміниться все перше покоління деталей. Деталі другого покоління вводяться поступово. Максимум буде на пробігу $2l$, але його величина приблизно у два рази менше, тому що крива приблизно у два рази ширше, а $\sigma_2 = 2\sigma_1$. З моменту $2l - 3\sigma_2$ починають вводитися деталі третього покоління деталей. Його максимум буде при $3l$. Практично із цього моменту $f(l)$ - стає постійним. Для

випадку нормального закону. $f(t) = \text{const}$ починаючи зі значення $t = t_0 + 3\sigma$, для інших законів розподілу стабілізація настає ще швидше. Із цього моменту інтенсивність відмов постійна, а тому закон розподілу експонентний, отже зносіві (поступові) відмови проявляють себе так само, як і раптові.

Питання для самоконтролю.

- 1 Назвіть показники безвідмовності систем, що відновлюються.
- 2 Для чого використовують середнє напрацювання до відмови?

Лекція №10 Профілактика і ремонт в теорії надійності машин

План

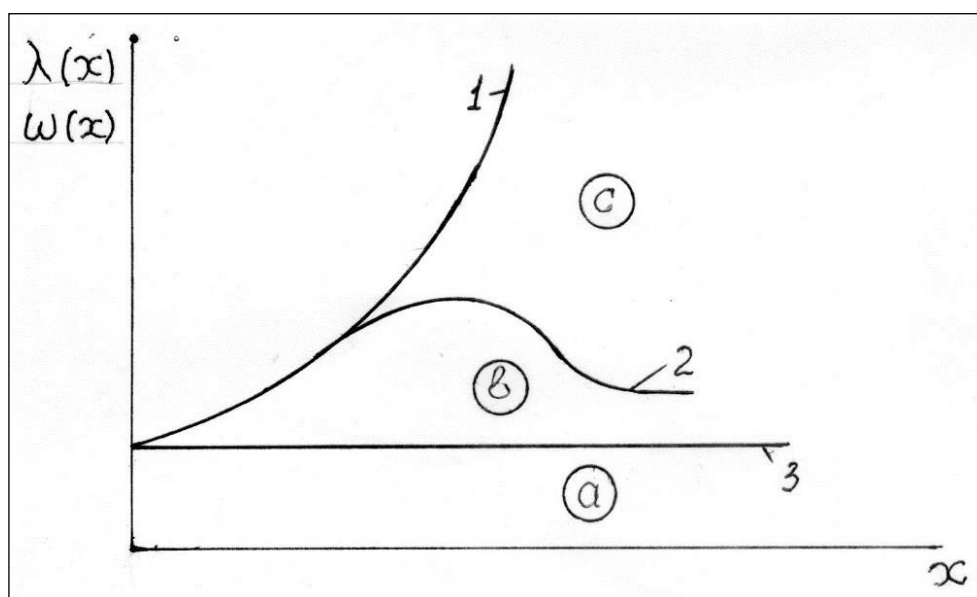
- 1 Стабілізація потоку відмов.
- 2 Графічна інтерпретація зон ремонту, профілактиці, раптових відмов.
- 3 Властивості ідеального ремонту і ідеальної профілактики

Профілактика – комплекс технічних заходів, проведених до виникнення відмови з метою попередження відмов, зменшення інтенсивності зношування сполучень.

Заходу ремонтного характеру проводяться після виникнення відмови. Ціль ремонту-підтримка й відновлення працездатного стану.

Ідеальним називається ремонт, який проводиться в момент появи відмови з повним відновленням працездатності.

Взаємовідношення між профілактикою й ремонтом дає вистава мал.9.



1-інтенсивність відмов неремонтованих систем, 2- інтенсивність відмов ремонтів (лінія ідеального ремонту), 3- інтенсивність раптових відмов, а-зона раптових відмов, в-зона профілактики, з-зона ремонтів.

Рис. 9. Профілактика й ремонт машин

Аналіз діаграми дозволяє зробити наступні висновки:

1. Автомобіль є відновлюваною системою, тому інтенсивність відмов

ніколи не досягає максимальних значень кривій 1.

2. Зниження простоїв чекаючи ремонту й збільшення відсотка відновлення працездатності знижує параметр потоку відмов, наближаючи його до ідеального ремонту.

3. Інтенсифікацією профілактики можна досягти, як завгодно малого параметра потоку відмов, але не нижче інтенсивності раптових відмов.

4. На інтенсивність раптових відмов не впливають режими профілактики й ремонту.

Питання для самоконтролю.

- 1 Що таке профілактика?
- 2 Що таке ідеальний ремонт?
- 3 Що не впливає на інтенсивність раптових відмов?

Лекція №11. Довговічність, ремонтпридатність, збереженість.

Комплексні показники надійності машин

План

- 1 Характеристика показників безвідмовності, довговічності, ремонтпридатності та збереженості.
- 2 Комплексні показники надійності машин.

Продовжуємо вивчати складові надійності.

Довговічність - Властивість автомобіля зберігати працездатність до настання граничного стану при встановленій системі проведення ТО й ремонту. До основних показникам довговічності ставляться: середній ресурс і середній термін служби, імовірність досягнення граничного стану. Ці показники звичайно розглядаються як для окремих деталей, так і для агрегатів, автомобілів у цілому. Для автомобілів, крім того, нормуються терміни служби до списання.

Ремонтпридатність (експлуатаційна технологічність) – властивість автомобіля, що полягає в його пристосованості до попередження й виявленню причин виникнення відмов, а також підтримці й відновленню працездатного стану шляхом проведення ТО й ремонту. Показники ремонтпридатності: середні тривалість і трудомісткість виконання операцій ТО й ремонту. Приватні показники: кількість місць (точок) обслуговування на автомобілі, їхня доступність, трудомісткість зняття агрегатів, число марок застосовуваних експлуатаційних матеріалів, номенклатура необхідного спеціалізованого інструмента та ін.

Збереженість - ця властивість автомобіля зберігати показники безвідмовності, довговічності й ремонтпридатності протягом і після зберігання й транспортування. Характеризується середнім терміном зберігання виробу. Застосовується для автомобілів, акумуляторів, шин, матеріалів. Наприклад, для сухозаряджених акумуляторних батарей термін зберігання становить три роки, причому на сухозарядженість - один рік.

До комплексних показників надійності відносять коефіцієнт готовності-імовірність того, що об'єкт виявиться в працездатному стані в довільний момент часу, крім планованих періодів, протягом яких застосування об'єкта по призначенню не передбачається.

$$K_T = t_{\text{раб}} / (t_{\text{раб}} + t_{\text{рем}}),$$

де $t_{\text{раб}}$ -сумарний наробіток усіх об'єктів, год,

$t_{\text{рем}}$ -сумарний час простою через позапланові ремонти, ч.

Питання для самоконтролю.

- 1 Що таке довговічність?
- 2 Що таке ремонтпридатність?
- 3 Що таке збереженість?

Лекція №12. Системи технічного обслуговування і ремонту автомобілів

План

- 1 Характеристика показників безвідмовності, довговічності, ремонтпридатності та збереженості.
- 2 Діюча система технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Її аналіз і основні недоліки.
- 3 Система ТО і ремонту автомобілів по технічному стану.
- 4 Положення Мінтрансу і ХНАДУ. Їх порівняльний аналіз.

Найважливіше теоретичне питання вдосконалювання ТО – вибір прогресивного технічного напрямку (стратегії) і систем забезпечення надійності (тактики). Тут під системою мається на увазі безліч елементів (вузлів, агрегатів, приладів і т.д.), понять, норм із відносинами й зв'язками між ними, що утворюють деяку цілісність і підпорядкованість певному керівному принципу. Під технічним напрямком розуміється довгочасна ідейна орієнтація в даній галузі. Виходячи із цілей і завдань автомобільного транспорту технічний напрямок може бути сформульоване в такий спосіб: - необхідна така спрямованість планування, організації керування технічними впливами, яка в певних умовах роботи й при заданому рівні надійності забезпечує мінімум витрат на підтримку автомобілів у справному стані. Інструментом реалізації технічного напрямку є система забезпечення надійності або система технічного обслуговування й ремонту (ТО й Р) автомобілів. До системи ТО й Р автомобілів пред'являються наступні вимоги:

- забезпечення заданих рівнів експлуатаційної надійності автомобілів при раціональних матеріальних і трудових витратах;
- ресурсозберігаюча й природоохоронна спрямованість;
- планово-нормативний характер, що дозволяє планувати й організовувати ТО й ремонт на всіх рівнях;
- обов'язковість для всіх організацій і підприємств, що володіють

автомобільним транспортом, незалежно від відомчої приналежності;

- конкретність, доступність і придатність для керівництва й прийняття розв'язків усіма ланками інженерно-технічної служби автомобільного транспорту;

- стабільність основних принципів і гнучкість конкретних нормативів;

- облік різноманітності умов експлуатації автомобілів.

Як інструмент реалізації технічного напрямку можна виділити систему ТО й Р по наробіткові (пробігу) до окремих видів впливів, систему обслуговування по стану й змішану систему, що поєднує елементи перших двох систем.

Суть системи по наробіткові: плановий технічний вплив, включаючи ремонт, виконується через певний пробіг незалежно від технічного стану вузла. Очевидно, дана система не може бути економічною, оскільки частина ресурсу вузла не використовується. Проте, дана система одержала широке поширення в галузях, де від аварій технічних засобів залежать життя людей, або аварії приносять більші господарський^господарські-хазяйновиті-господарчі-народно-господарські витрати (авіація, хімічна промисловість, атомна енергетика). На автомобільному транспорті елементи цієї системи застосовуються для вузлів, що забезпечують безпеку руху й для деяких інших агрегатів автомобіля (наприклад, періодична заміна фільтрів, експлуатаційних рідин, приводних пасів та ін. елементів двигуна).

Суть системи по стану: технічний вплив, включаючи ремонт, проводиться при досягненні контрольованим параметром критичного стану. Очевидно, дана система дозволяє більш повно використовувати ресурс вузла, однак вона вимагає виміри діагностичних параметрів. При наявності методичного забезпечення й контрольовано-діагностичного встаткування, система дозволяє підвищити середній наробіток агрегатів без збільшення кількості відмов. На Заході така система відома за назвою "Кэндишн Мониторинг".

Змішана система залежно від методу встановлення періодичності й обсягу технічних впливів розділяється на середньостатистичну й

діагностичну. У цей час у технічній політиці нашої країни, а також інших розвинених країн і фірм-виробників автомобілів переважає середньостатистичний підхід.

Основою будь-якої системи ТО й Р є її структура й нормативи. Структура системи визначається видами відповідних впливів і їх числом. Нормативи включають конкретні значення періодичності впливів, трудомісткості, переліки операцій і ряд інших. Перелік виконуваних операцій, їх періодичність і трудомісткість у цілому становлять режим технічного обслуговування.

Питання для самоконтролю.

- 1 Яке найважливіше теоретичне питання вдосконалювання ТО?
- 2 Які основні вимоги пред'являються до системи ТО й Р автомобілів?
- 3 В чому полягає суть системи ТО по стану?

Лекція №13. Державне регулювання у сфері технічної експлуатації автомобілів

План

- 1 Основні технічні та правові документи, що регламентують відносини у сфері технічної експлуатації автомобілів.
- 2 Область дії документів.
- 3 Особливості дії для різних форм власності на автомобіль.

Принципові основи системи викладені в документі «Положення про технічне обслуговування й ремонті дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту», уведеному в дію Наказом №102 Міністерства Транспорту України від 30.03.98 г.. В «Положенні ...» відсутні посилання на наукові джерела виникнення «Положення ...», однак аналіз змісту дозволяє зробити вивід, що мова йде про планово-запобіжний принцип ТО й ПР автомобілів агрегатним методом. Усі види технічних впливів поділені на дві групи: профілактичні (технічне обслуговування) і ремонтні, представлені двома видами ремонтів. Усі види технічного обслуговування фактично діляться також на дві групи: разові й періодичні (регулярні). Періодичні види обслуговування виконуються через певний пробіг або час роботи. Ремонт виконується по потребі після появи відповідних відмов або несправностей, а також за планом через певний пробіг(попереджувальний ремонт).

Разових ТО в «Положенні ...» передбачено чотири: підготовка до продажу, ТО в період обкатування, ТО під час консервації дорожніх транспортних засобів (ДТЗ), ТО й ремонт на лінії.

Підготовка до продажу здійснюється торговельною організацією з ціллю введення ДТЗ в експлуатацію. Здійснюється за рахунок виробника й по його вимогах до переліку й обсягу операцій ТО. Звичайно це зняття з консервації, очищення, регулювання, заправлення, змащення, перевірка комплектності й працездатності.

Перелік і обсяг робіт ТО в період обкатування ДТЗ установлюється

заводом-виготовлювачем. Два види, що залишилися разових ТО проводяться відповідно до вимог власників ДТЗ і під їхню відповідальність.

Усі регулярні види ТО по періодичності, переліку й трудомісткості виконуваних робіт діляться на наступні види: щоденне обслуговування (ЩО), перше технічне обслуговування (ТО-1), друге технічне обслуговування (ТО-2), сезонне обслуговування (СО). Періодичність проведення ЩО, ТО-1, ТО-2 представлено в таблиці 1.

Таблиця 1 - Періодичність проведення ЩО, ТО-1, ТО-2

Тип ДТЗ	Періодичність видів ТО, км		
	ЩО	ТО-1	ТО-2
Автомобілі легкові, автобуси	Один раз у робочу добу незалежно від кількості робочих змін	5000	20000
Автомобілі вантажні, автобуси на базі вантажних автомобілів або з використанням їх базових агрегатів, повнопривідні, причепи й напівпричепи		4000	16000

Примітка. Якщо певна в таблиці 1 періодичність обслуговування відрізняється від періодичності, певною документацією заводу-виробника, слід керуватися документацією заводу-виробника.

ЩО проводиться після роботи з метою підготовки ДТЗ до подальшої експлуатації. Воно передбачає перевірку технічного стану, виконання робіт з належного зовнішнього вигляду, заправлення експлуатаційними рідинами, усунення виявлених несправностей, санітарну обробку ДТЗ. При цьому збирально-мийні роботи проводяться по необхідності, але обов'язково перед ТО й Р.

ТО-1 проводиться з метою забезпечення справності вузлів, що впливають на безпеку руху, а також зниження інтенсивності зношування за рахунок мастильних і очисних робіт.

ТО-2 проводиться з метою попередити ремонт агрегатів автомобіля. Крім контрольно-діагностичних, кріпильних, регулювальних робіт, передбачаються також мастильні й очисні роботи (заміна масла в картерах агрегатів і бачках гідроприводів).

ЗІ здійснюється два рази в рік і призначене для підготовки автомобіля до сезонної експлуатації. Агрегати знімаються з автомобіля, проводиться попереджувальний ремонт, обслуговуються системи опалення, вентиляції кузова, система пуску, акумуляторна батарея та ін. При старшому ТЕ завжди виконуються всі молодші ТО. В «Положенні ...» наведені зразкові переліки операцій для ТО-1, ТО-2, СО, а також трудомісткості проведення робіт цих видів обслуговувань, включаючи ЩО й ПР, для автомобілів різних класів. Так, для автомобілів середнього класу, характеризуемых робітником обсягом двигуна 1,8...3,5 л і сухою масою від 1150 до 1500 кг трудоемкості становлять: для ЩО – 0,50 чіл*год, для ТО-1 2,9 чол*год, для ТО-2 11,7 чол*год, для ПР 3,2 чол*ч/1000 км.

Поточний ремонт виконується по необхідності при наявності несправності й призначений для підтримки або відновлення працездатності.

До поточного ремонту дорожніх транспортних засобів ставляться роботи, пов'язані із заміною не більш двох базових агрегатів (крім кузова й рами). Будь-який ремонт агрегатів є поточний ремонт. При поточному ремонті виконуються контрольно-діагностичні, розбірно-складальні, регулювальні, слюсарні, механічні, мідницькі, ковальські, зварювальні, бляхарські, шпалерні, електротехнічні, шиноремонтні й ін. роботи.

Капітальний ремонт виконується по потребі за результатами діагностики й призначений для продовження терміну служби дорожніх транспортних засобів. До капітального ремонту ставляться роботи, пов'язані із заміною кузова для автобусів і легкових автомобілів, рами для вантажних автомобілів або одночасною заміною не менш трьох базових агрегатів. До базових агрегатів ставляться:

- двигун з картером зчеплення в зборі;
- коробка передач, роздавальна коробка;

- гідромеханічна передача;
- задній міст (вісь);
- середній міст (вісь);
- передня вісь (міст);
- рульове керування;
- кабіна вантажного й кузов легкового автомобіля;
- кузов автобуса;
- рама;
- піднімальне встаткування платформи автомобіля-самоскида.

«Положення –98» має силу закону і є обов'язковим для всіх підприємств і організацій, що володіють транспортними засобами.

В Університеті розроблене альтернативне Положення, яке називається «Положення про профілактичне обслуговування й ремонті транспортних машин». Це «Положення ...» урахує технічний стан машин на основі діагностичної інформації. Замість ЩО, ТО-1, ТО-2, ПР, кожне з яких полягає в різних співвідношеннях з обов'язкових, контрольно-діагностичних, регулювальних і ремонтних робіт, уведено три інтегральні впливи – ОР, Д, УН (обов'язкові роботи, діагностика, усунення несправностей). Така система може бути більш гнучкої, у ній відсутнє чітке розмежування між ТЕ й ТР, план робіт з кожного автомобіля складається, в основному, за результатами діагностування. Обов'язкові роботи діляться на ОР-1, ОР-2, діагностування – на Д-1, Д-2. УН еквівалентно поточному ремонту. Відмінною рисою

«Положення...» є класифікація умов експлуатації, де основним критерієм обрана швидкість автомобіля. Залежно від швидкості коректуються пробіги до КР, ОР-1, ОР-2, витрата палива й запчастин, викид шкідливих речовин.

Норми пробігу автомобілів до капітального ремонту й періодичності обов'язкових робіт для довгострокового планування складаються в кілометрах пробігу, а для оперативного планування-у літрах витраченого палива. Наприклад, для легкового автомобіля середнього класу з робочим обсягом від 1,8 до 3,5 л: довгострокове планування: $L_{кр}=350$ тис.км; $L_{ор-1}=5$ тис. км; $L_{ор-2}=20$ тис км; оперативне по витраті палива: $L_{кр}=36,4$ тис. л; $L_{ор-1}=520$ л; $L_{ор-2}=20$ тис км;

2=2080л.

Організація робіт з «Положення...» ХНАДУ. Об'єкт керування-це автомобілі, датчик-станція діагностики орган, що управляє, -відділ технічного обслуговування й ремонту, виконавчий орган-зона усунення несправностей. Відповідно до пропонованої концепції, міняється й структура технічної служби. Зокрема, додатково вводиться відділ технічного обслуговування й ремонту, куди входять два структурні підрозділи: група планування, організації й керування, а також група обліку й аналізу. Типовий технологічний процес здійснюється в такий спосіб: автомобіль надходить на планове обслуговування ОР і далі на Д-1 або Д-2. При позитивному результаті діагностування автомобіль направляється на стоянку, а якщо ні, то-на поглиблене діагностування (Д-2) і далі на усунення несправностей (УН).

Питання для самоконтролю.

- 1 Які технічні та правові документи, що регламентують відносини у сфері технічної експлуатації автомобілів Ви знаєте?
- 2 Перерахуйте перелік робіт, які відносяться до поточного ремонту дорожніх транспортних засобів.
- 3 В чому полягає сутність організації робіт в «Положення...» ХНАДУ?

Лекція №14. Нормативна база системи технічного обслуговування і ремонту

План

1. Методи визначення періодичності технічних впливів.
2. Періодичність профілактичних робіт по видам.
3. Принципи розподілу трудомісткості робіт по щоденному, першому, другому, сезонному обслуговуванням.

Періодичність- це нормативний наробіток (у кілометрах пробігу або в годиннику роботи) між двома послідовними однорідними технічними впливами. Являє собою дуже важливий фактор режиму технічного обслуговування, від якого залежить коефіцієнт технічної готовності автомобілів і собівартість перевезень. Для визначення періодичності технічних впливів використовуються різні підходи. Розглянемо деякі з них.

1. Метод по припустимому рівню безвідмовності. Для реалізації методу необхідно знати розподіл щільності ймовірності відмови, рис 10 .

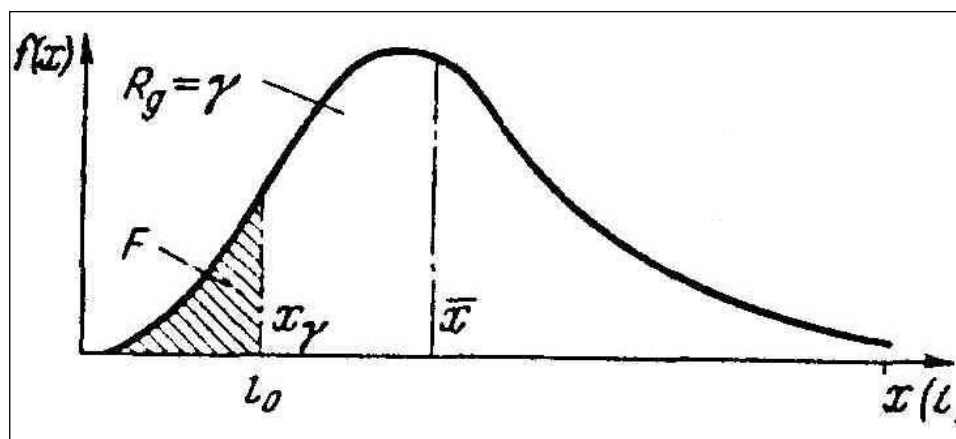


Рис.10. До визначення періодичності ТО по припустимому рівню безвідмовності

Нагадаємо, що площа під кривою розподілу рівняється одиниці. Для представленого на малюнку закону розподілу при пробігу X_{cp} відмовить половина експлуатованих автомобілів. Цілком зрозуміло, що із цієї причини

середній пробіг до відмови не може бути періодичністю обслуговування.

З нормативних документів відомо, що ймовірність безвідмовної роботи для агрегатів і вузлів, що забезпечують безпеку рухи не може бути нижче $R_d=0,9\dots 0,98$, а для інших вузлів і агрегатів $0,85\dots 0,90$. Такі значення можна одержати при періодичності 10. Як видно з малюнка, ця періодичність значно менше середнього наробітку на відмову.

2.Метод за припустимим значенням і закономірності зміни параметра технічного стану

Принципові основи методу ілюструються рис 11. Тут по осі абсцис нанесений пробіг автомобілів, а по осі ординат-величина характерного параметра, що визначає технічний стан вузла. Для групи деталей виведене середнє значення параметра, крива 4.

Очевидно, що по ній і по заданому припустимому значенню параметра U_d можна визначити середній наробіток до відмови $X_{ср}$. Як видно з малюнка, виробу, у яких інтенсивність зміни параметра вище, досягають граничного стану раніше (X_1, X_2, X_3). Тому в них при пробігу $X_{ср}$ із імовірністю 0,5 буде зафіксована відмова. За аналогією з першим методом, у якості шуканої періодичності технічних впливів беруть пробіг l_0 , при якому R_d не опускається нижче необхідних значень.

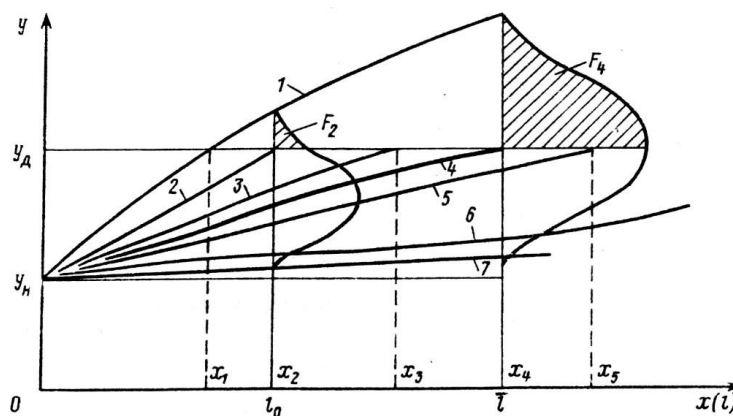


Рис 11. До визначення періодичності ТО за припустимим значенням і закономірності зміни параметра технічного стану

3. Техніко-економічний метод. Заснований на підсумовуванні питомих витрат на ТО з однієї сторони й на поточний ремонт із іншої сторони

при різних значеннях періодичності технічних впливів, рис 12.

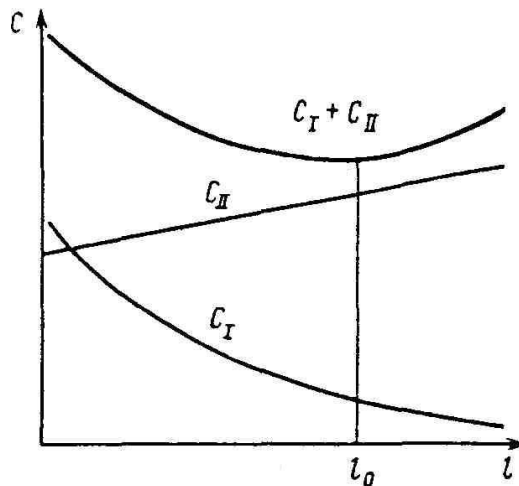


Рис. 12. Визначення періодичності ТО техніко-економічним методом

Тут по осі абсцис відкладена періодичність, а по осі ординат-питомі витрати. Крива C_1 показує зміна питомих витрат при збільшенні періодичності. Питомі витрати в чол*ч/км зменшуються, оскільки росте знаменник дроби при майже незмінному чисельнику. Питомі витрати на поточний ремонт, навпаки, ростуть, оскільки при великій періодичності профілактичних заходів центр ваги зусиль по підтримці коефіцієнта технічної готовності автопарку переміщається в сторону ремонтних заходів. При цьому збільшуються вага й трудомісткість ремонтів. Зміна сумарних питомих витрат на ТО й Р показане на рис.12, крива C_{I+II} . Як видно з малюнка, сумарні питомі витрати мають мінімум при деякому пробігу l_0 , який доцільно прийняти за раціональну періодичність технічних впливів.

Питання для самоконтролю.

- 1 Що таке періодичність?
- 2 В чому полягає сутність методу по припустимому рівню безвідмовності?
- 3 В чому полягає сутність методу за припустимим значенням і закономірності зміни параметра технічного стану?
- 4 Які існують переваги техніко-економічного методу перед іншими?

Лекція №15. Діагностування як вид технічних впливів

План

- 1 Характеристика діагностування.
- 2 Діагностичні параметри.
- 3 Властивості діагностичних параметрів.
- 4 Застосування теорії інформації для розробки нормативної бази діагностування.

Діагностування засноване на тому, що існують діагностичні сигнали, які несуть корисну інформацію про технічний стан машини. Тому необхідно знати, чи достовірно отримана інформація, як і в яких одиницях вимірюється кількість інформації. Згадаємо, що на ці питання відповідає теорія інформації. За одиницю прийнята кількість інформації, яку можна одержати від системи, якщо ця система може перебувати всього у дві стійкі рівноймовірних станах. Ця одиниця інформації називається біт. Приклад: вимикач, реле, замок двері й ін. Три такі прилади характеризуються трьома одиницями інформації або трьома бітами, десять приладів десятьма бітами й тд. Якщо один такий прилад має два стани, то система із двох приладів має 2×2 стану, система з трьох приладів $2 \times 2 \times 2$, система з n приладів $2 \times 2 \times \dots \times 2$ станів. Стан системи із двох приладів можна описати в такий спосіб:

Стан системи	стан 1-го приладу	стан 2-го приладу
1	+	+
2	+	-
3	-	+
4	-	-

Не забуваємо початкова умова, згідно з яким кількість одиниць інформації, що втримується в системі з n елементарних приладів, $m \times n = n$.

Нехай тепер кількість приладів невідомо. Відомо тільки кількість станів, у яких може перебувати система, що полягає з n найпростіших приладів.

Кількість одиниць інформації знаходимо так. Вирішуємо рівняння $m=2^{**n}$ відносно n , потім підстановкою з рівняння $m^x=n$ одержуємо $m^x=\log m$,

де m^x кількість інформації; m -кількість станів.

Перевіримо дію цієї формули. Для $n = 1, m=2$ $m^x=1$.

Для n приладів і станів $m=2^{**n}$ $m^x = \log m = \log 2^{**n}=n$.

Ця формула слухна й для систем, які можуть перебувати в n рівноважних станах, наприклад, перемикач на 8 положень $m=8$. Кількість інформації для цього прикладу $m^x = \log 8=3$ біта. Однак формула не дозволяє визначити кількість інформації для систем, стану яких нерівноймовірні.

Припустимо, що є деяка безліч можливих подій m , імовірності яких рівні $P_1, P_2, \dots P_m$. Ці ймовірності відомі, але це все, що нам відомо щодо того, яка подія відбудеться. Заходом того, наскільки великий вибір з такого набору подій або якою мірою невизначений для нас його результат, є ентропія $\mathcal{E}(m)$ або захід невизначеності. Ентропію визначають кількістю інформації в бітах, необхідної для усунення невизначеності

$$\mathcal{E}(m)=-\sum p_i \log P_i$$

Такий підхід дозволяє вибрати найбільш інформативні діагностичні параметри.

Питання для самоконтролю.

- 1 Що таке діагностування?
- 2 Які ви знаєте властивості діагностичних параметрів?
- 3 В чому полягає сутність застосування теорії інформації для розробки нормативної бази діагностування для автомобільної галузі?

Лекція №16. Основні технологічні процеси профілактичних робіт

План

- 1 Принципи проведення профілактичних прибирально-мийних, кріпильних та мастильних робіт.
- 2 Режими і параметри технологічних операцій.
- 3 Режими і параметри кріпильних і мастильних робіт.
- 4 Види мастильних робіт. Особливості технології та устаткування

Цей вид робіт ставиться до профілактичних робіт. Збирально-мийні роботи призначені для змісту автомобілів у чистому й охайному стані. Своєчасна мийка сприяє збереженню лакофарбових покриттів, дозволяє виявити несправності. У процесі роботи зовнішні й внутрішні поверхні автомобіля перетерплюють різні види впливів від навколишнього середовища. На лакофарбове покриття кузова діють деформації й вібрації, сонячна радіація, температурні перепади, а також неорганічні й органічні кислоти. Відкриті ділянки металевих поверхонь зазнають корозії, бруд знизу утрудняє огляд і проведення ремонтних робіт. Сірчисті з'єднання й поварена сіль кородують навіть хромовані деталі. Внутрішня оббивка кузова забруднюється пилом, сміттям.

Прибирально-мийні роботи складаються із двох видів робіт: збирання кузова (кабіни) і зовнішня мийка. Збирання кузова містить у собі видалення пили, сміття з кузова й кабіни, протирання поверхонь усередині кузова, двигуна, щитків, внутрішньої сторони капота. Кузова спеціальних автомобілів періодично дезінфікуються. Для збирання кузова застосовують стаціонарні й переносні пилососи, волосяні щітки, шкребки, обтиральний матеріал.

Забруднення на поверхні кузова складаються з декількох взаємопроникних шарів. Перший шар містить прилиплі частки силікатів. Ці частки віддаляються струменем води або обережним миттям.

Другий шар- це частки газів, що відробили, сажеві опади з атмосфери, асфальт, залишки комах і інша органіка. Водою не змиваються, необхідне застосування мийних засобів.

Третій шар утворюють окиснені поліруючі, що й консервують препарати з домішкою залишків лакофарбових матеріалів.

Четвертий шар складається із часток пігменту, що виділилися з лакофарбового матеріалу. Третій і четвертий шари віддаляються хімічним шляхом. Для старих лакофарбових покриттів додатково потрібні шліфувальні пасти.

При проведенні мийних робіт необхідно керуватися певними правилами. Лакофарбову поверхню не можна обробляти при яскравому сонячному висвітленні, у жарку погоду, у туман, у дощову, сніжну погоду, у мороз. Мийку роблять холодної або теплої (до 30 С) водою. Різниця між температурою води й поверхнею автомобіля не повинна перевищувати 20С. При змиванні струменем води на поверхні кузова втримується в тонкій водяній плівці частки до 30 мкм, що дають сірий наліт при висиханні. Тому тут необхідно застосовувати щітку або губку. Зовнішню мийку автомобілів роблять різного виду струминними установками. Залежно від тиску води або миючої рідини розрізняють мийку при високому (2,5...15 МПа), середньому (0,4...2,5) МПа, низькому (0,2...0,4 МПа тисках. Через високу продуктивність, меншу витрату води й меншої собівартості перевага віддається струменевій мийці під високим тиском. Поверхня автомобіля очищається за рахунок дії профільованого водяного струменя, що надходить із великою швидкістю з розпилювача. Поряд з підвищенням тиску, витрата води при мийці автомобілів можна зменшити шляхом застосування мийних засобів. Так, при тиску води 1,5 МПа на мийку одного вантажного автомобіля витрачається 600...1200 л. При використанні мийних засобів типу МЛ-72 витрата води зменшується в 3 рази. Мийні засоби зменшують силу поверхневого натягу водяної плівки, розчиняють маслянисті відкладання. На один автомобіль витрачається 40...50 г мийних засобів. У цей час на ринку присутні велика кількість мийних засобів і автошампуней як у рідкому виді, так і в порошкоподібному стані.

Значне зменшення витрати води забезпечують системи оборотного водопостачання. В Україні підприємства всіх форм власності, що мають мийку автомобілів, повинні мати в обов'язковому порядку систему оборотного

використання води. Після очищення виходить так звана «біла вода», якої й проводиться мийка автомобілів. Чиста вода з водопроводу використовується лише при остаточному ополіскуванні.

Після ополіскування проводиться сушіння кузова ручне або механізована. При видаленні води вручну використовують замшу, фланель і інші ворсисті матеріали. У вантажівок протирають кабінку, бічні й передні стекла, капот, крила, фари. При механізації сушіння застосовують обдувши холодним або підігрітим повітрям.

Остаточною операцією є полірування кузова. При поліруванні створюється стійкий захисний шар, що охороняє кузов від дії атмосферних умов і хімічно активних речовин різного походження. Як нові, так і старі кузови оброблюються поліролями один раз в 1,5...2 місяця. Поліролі містять водовідштовхувальні засоби, емульсатори, розчинник, воду, композиції абразивних матеріалів (для старих кузовів).

Ціль мастильних робіт-зниження інтенсивності зношування тертьових деталей і збільшення їх ресурсу. Найважливіша умова проведення мастильних робіт-чистота мастильних матеріалів і встаткування. Також велике значення має правильне застосування мастильних матеріалів по сортності. При проведенні робіт необхідно виключати контакт мастильних матеріалів з пофарбованими поверхнями й гумовими деталями. Кількість масел повинна бути до встановленого рівня, який визначається вимірювальним стрижнем або контрольною пробкою. При надлишку масла спостерігається текти через сальники, підвищене нагароутворювання, а при недоліку погіршується його якість, порушується циркуляція.

Пластичні змащення нагнітають до повного заповнення зазору між тертьовими поверхнями. Для цього поверхні розвантажують або зміщують одну щодо іншої погойдуванням.

Технічне обслуговування системи змазування двигунів має свої особливості. Масло у двигуні погіршує свої показники через хімічну нестабільність, зміни фізико-хімічних властивостей, а також забруднення. Під дією температури в присутності металів масло окисниться. При

нагромадженні в маслі твердих і м'яких продуктів окиснення в'язкість масла збільшується. Смолоподібні продукти окиснення відкладаються на внутрішніх поверхнях двигуна. Липкі відкладання (у картері, клапанній коробці, мастилопроводах) погіршують умови подачі масла. Відкладання на гарячих деталях ведуть до пригорання поршневих кілець, збільшенню витрати масла на вигар. Відкладання в камері згорання сприяють появі детонації й некерованого згорання.

При влученні палива масло розріджується, що послабляє масляну плівку на тертьових деталях двигуна. кислоти, що утворювалися при окисненні, корродують робочі поверхні, особливо, свинцеві компоненти підшипників ковзання. При роботі знижується продуктивність і тиск паливного насоса, засмічуються фільтри, збільшується опір проходу масла.

Технічне обслуговування системи змащення включає наступні операції: систематична перевірка рівня масла, заміна масла, промивання системи змащення, зміна масляних фільтрів, усунення підтікання масла, перевірка й підтримка необхідного робочого тиску.

Рівень масла в картері перевіряють щупом на рівному майданчику через 3...5 хв послу зупинки двигуна. При падінні рівня нижче нижньої мітки доливають свіже масло тієї ж сортності.

Тиск масла в масляній магістралі контролюється манометром. Нормальний тиск на прогрітому двигуні при середній частоті обертання валу для двигунів із запаленням від іскри лежить у межах 0,2...0,25 МПа, для дизелів відповідно 0,4...0,7 МПа. При зниженні тиску двигун необхідно зупинити й з'ясувати причину, інакше будуть виплавлені корінні й шатунні вкладиші. Основні причини зниження тиску наступний: перегрів двигуна, розрідження масла, недостатній рівень масла, більші зазори в кривошипно-шатунному механізмі, провертання шатунного вкладиша, зношування шестірень масляного насоса, заїдання редукційного клапана.

Мастильні роботи з механізмів трансмісії, органам керування й ходової частини проводяться аналогічно двигуну й відповідно до карти змащення на автомобіль.

При ТО-1 на автомобілі змазуються вузли тертя й перевіряється рівень масла в картерах агрегатів і в бачках гідроприводів, промиваються й замінюються повітряні фільтри двигуна й вентиляції картера; в умовах великої запиленості міняється масло у двигуні, зливається відстій з корпусів фільтрів очищення масла, очищається від відкладань внутрішня поверхня кришки корпуса фільтра відцентрового очищення масла.

При ТО-2 очищається й промивається клапан вентиляції картера, замінюється фільтр тонкого очищення масла, прочищаються сапуни, замінюється масло в картерах агрегатів і бачках гідроприводу автомобіля.

Цей вид робіт ставиться, в основному, до профілактичних робіт. Метою кріпильних робіт є затягування нарізних сполучень. У загальному обсязі робіт по технічному обслуговуванню займають близько 30%. У вантажного автомобіля є близько 3,5 тис. нарізних сполучень, однак при технічному обслуговуванні перевіряється лише близько 100. При поточному ремонті із кріпильними роботами зв'язана більшість розбірно-складальних операцій. Відповідальні нарізні сполучення мають дрібний крок і захисне покриття.

До несправностей нарізних сполучень слід віднести ослаблення попереднього затягування, самовідгвинчування з'єднань, зривши різьблення.

Ослаблення затягування відбувається через вібрації. За деяким даними, при пробігу автомобіля 180 тис. км момент затягування в його нарізних сполученнях стає менше на 25%. Швидкому ослабленню піддаються стартер, генератор, паливний насос, карданний вал. Однак кріпильні роботи необхідно робити з великою обережністю. Зокрема, підтягування нарізного сполучення без необхідності знижує натяг на 20...25%, а при 10...15 циклах розбирання-складання деталі тримають натяг в 4 рази гірше, чим нові.

Зрив різьблення з'являється через перевищення зусиль затягування. Зірване різьблення можна відновити плашками, мітчиками, висвердлюванням. Ресурс нарізного сполучення можна реалізувати за рахунок правильного складання. Складання нарізних сполучень полягає в створенні певних зусиль (натягу). Існують кілька методів контролю зусиль затягування: по крутному моменту, по куту повороту гайки або болта, по подовженню болта. Найбільш

точним є останній, але він вимагає застосування спеціальних індикаторів. Найпростіший метод контролю зусиль затягування- по моменту затягування. Момент затягування при цьому контролюється за допомогою динамометричних ключів. Необхідний момент вибирається з таблиць, або розраховується по формулі:

$$M_{кр} = 1/30 * D^{*3} \text{ Н*м,}$$

де D - діаметр різьблення, мм.

Надмірно великий момент може ушкодити різьблення й викликати ослаблення затягування. До плюсів даного методу слід віднести простоту, а до недоліків-вплив неконтрольованої сили тертя в нарізному сполученні на крутний момент.

При складанні нарізних сполучень необхідно стежити за тим, щоб довжина частини, що ввертається, болта була рівна від одного до двох діаметрів різьблення. З гайки болт повинен виступати на 2...3 витка різьблення. Особливої обережності вимагає складання деталей з різних матеріалів, наприклад, головка блок-свіча. Особлива турбота-болти головки блоку. Слабке їхнє затягування приводить до ушкодження прокладки, а сильна- до ушкодження головки блоку. Деякі виробники, у зв'язку із цим, рекомендують комбіноване затягування болтів головки блоку-спочатку болти закручуються певним моментом, а потім довертаються на певний кут. Особлива увага приділяється також складанню болтів і кришок шатунів. Тут необхідно забезпечити однаковий зазор у всіх кришках, а також виключити проворот вкладишів.

Кожне складання різьблення повинна супроводжуватися її захистом. Для цього різьблення повинна бути очищена й змазана. Найкращий антикорозійний ефект дає застосування засобів типу Мовиль або Тектил. Відповідальні з'єднання (супорти гальмових механізмів, кульові опори, наконечники кермових тяг) постачають спеціальними пастами-фіксаторами різьблення, які випускаються на різні фіксуєчі моменти.

При розбиранні нарізних сполучень часто зустрічаються труднощі з відгвинчуванням гайок і болтів. При цьому застосовуються спеціальні рідини типу WD-40. При її відсутності застосовують гальмову рідину або перетворювач іржі.

Питання для самоконтролю.

- 1 В чому полягає сутність проведення профілактичних прибирально-мийних робіт?
- 2 В чому полягає сутність кріпильних робіт? Яке обладнання застосовують при виконанні кріпильних робіт?
- 3 Перерахуйте види мастильних робіт. Які ви знаєте особливості технологій проведення робіт та обладнання?

Рекомендована література:

1. Базова література

1.1. Інтелектуальні системи контролю технічного стану транспортних засобів: підручник/ Волков В.П., Грицук І.В., Мармут І.А. та ін. – Харків: ХНАДУ, 2019. – 264 с.

1.2. Мехатронні та телематичні системи автомобіля: підручник / В.Д. Мигаль, В. П. Волков. – Харків: ХНАДУ, 2018. – 420 с.

1.3. Технічна експлуатація автомобілів: лабораторний практикум / В.П. Волков, І.А. Мармут, О.В. Дитятьєв та ін. – Х.: ХНАДУ, 2020, 150 с.

1.4. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів» для студентів денної та заочної форми навчання зі спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / В.П. Волков, І.А. Мармут, О.В. Дитятьєв та ін. – Х.: ХНАДУ, 2020, 160 с.

1.5. Технічна експлуатація автомобілів [Текст]: Навчальний посібник / В.М. Дембіцький, В.І. Павлюк, В.М. Придюк – Луцьк: Луцький НТУ, 2018. – 473 с. Режим доступу: <http://surl.li/kslec> .

1.6. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. - Режим доступу: <http://surl.li/dvdoe> .

2. Допоміжна література

2.1. Норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті, затверджені наказом Мінтрансу України від 10.02.98 р. № 43 [Електронний ресурс] / Бізнес. Бухгалтерія. Право, податки, консультації. - Режим доступу: <http://www.buhgalteria.com.ua/13-56.pdf> .

2.2. Марчук Р.М. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів» для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт». – Рівне: НУВГП, 2017. – 140 с. Режим доступу: <https://ep3.nuwm.edu.ua/6671/1/02-03-51.pdf> .

2.3. Моніторинг технічного стану автомобіля в життєвому циклі : підручник / В.П. Волков, В.П. Матейчик, І.В. Грицук, Мармут І.А., Волкова Т.В., Володарець М.В.; за заг. ред. проф. В.П. Волкова. – Харків : ХНАДУ, 2017. – 300 с.

...

3. Додаткові джерела:

3.1. Навчальний сайт Харківського національного автомобільно-дорожнього університету [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу: <https://dl2022.khadi-kh.com/course/view.php?id=2103>.