

52.3.11  
К. 13

В. С. КАНАРЧУК · О. А. ЛУДЧЕНКО · А. Д. ЧИГРИНЕЦЬ

# ОСНОВИ

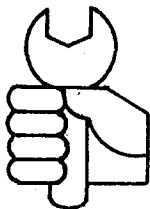
ТЕХНІЧНОГО  
ОБСЛУГОВУВАННЯ

І РЕМОНТУ



# АВТОМОБІЛІВ

1



В.Є.КАНАРЧУК  
О.А.ЛУДЧЕНКО  
А.Д.ЧИГРИНЕЦЬ

**ОСНОВИ  
ТЕХНІЧНОГО  
ОБСЛУГОВУВАННЯ  
І РЕМОНТУ**

**АВТОМОБІЛІВ**

У трьох книгах

**Книга 1**

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ.  
ТЕХНОЛОГІЯ

*Затверджено  
Міністерством освіти України  
як підручник для студентів  
автомобільно-дорожніх інститутів,  
які вивчають дисципліну  
«Технічна експлуатація автомобілів»*

Київ  
«Вища школа»  
1994

ББК 39.33я73

К19

УДК 629.083 (075.8)

Рецензенти:

чл.-кор. Акад. аграрних наук, д-р техн. наук, проф. *Д. Г. Войтюк* (Український державний аграрний ун-т); чл.-кор. Транспортної акад. України, д-р філософії (спец. — експлуатація автотранспорту) *М. М. Дмитрієв* (Транспортна акад. України)

Редакція літератури з машинобудування і будівництва  
Редактор *О. Ф. Воробйова*

К  $\frac{3203030000-071}{211-94}$  БЗ-27-30-93

ISBN 5-11-003633-0 (кн. 1)  
ISBN 5-11-003742-6

© В. Є. Канарчук, О. А. Лудченко,  
А. Д. Чигринєць, 1994

Основне призначення транспорту — своєчасне, якісне і повне задоволення потреб народного господарства і населення у перевезеннях.

Автомобільний транспорт є найбільш мобільним і універсальним засобом комунікації і посідає важливе місце в транспортному комплексі України. На його частку припадає понад 80 % усіх вантажних і близько 80 % пасажирських перевезень, приблизно 70 % трудових ресурсів, понад 60 % палив нафтового походження, значна частина капітальних вкладень і основних виробничих фондів, понад 65 % усіх транспортних витрат.

Тепер автомобільний парк України поповнюється автотранспортними засобами нової конструкції, що використовують альтернативні види палива, вдосконалюється структура рухомого складу, збільшується чисельність дизельного парку, зростає кількість транспортних засобів великої вантажопідйомності і пасажиромісткості.

Однак на утримання автотранспортних засобів у технічно справному стані, що забезпечує ефективний транспортний процес, галузь робить великі ресурсні витрати. Так, ускладнення конструкції автомобілів призводить, як правило, до збільшення обсягу робіт на технічному обслуговуванні і ремонті, до зростання затрат на забезпечення роботоздатності.

Збільшення кількості автомобілів на дорогах нашої країни веде до забруднення навколишнього середовища відпрацьованими газами, а зниження токсичності відпрацьованих газів значною мірою забезпечується справністю системи живлення і запалювання та рівнем технології технічного обслуговування, засобів і методів діагностування цих систем.

Із зростанням швидкостей та інтенсивності руху підвищуються вимоги до надійності автотранспортних засобів, оскільки несправні автомобілі є джерелом дорожньо-транспортних пригод.

Економія паливних, енергетичних, матеріальних і сировинних ресурсів у процесі експлуатації автомобілів істотно залежить від

їхнього технічного стану, рівня організації матеріально-технічного постачання і процесів перевезення, зберігання і нормування витрат автоексплуатаційних матеріалів та запасних частин в автотранспортних підприємствах.

Збережність автотранспортних засобів та їхня готовність здійснювати перевізні процеси багато в чому залежить від організації методів і засобів міжзмінного зберігання.

На рівень технічної готовності автотранспортних засобів, величину одночасних і поточних матеріальних затрат на їхнє утримання істотно впливають методи проектування нових об'єктів атомобільного транспорту, а також реконструкції і технічного переоснащення діючих автотранспортних, автообслуговуючих і авторемонтних підприємств.

Отже, у процесі технічної підготовки автотранспортних засобів до транспортного процесу забезпечуються їхня надійність і передумови ефективної експлуатації. З метою глибшого і комплексного вивчення теоретичних основ забезпечення експлуатаційної надійності автомобілів, прогресивних технологій і форм організації виробництва щодо технічного обслуговування і ремонту, розвитку виробничо-технічної бази та інших питань, які забезпечують експлуатацію автотранспортних засобів, і підготовлений цей підручник. У ньому зроблено спробу викласти в систематизованому вигляді основне коло проблем, розв'язування яких потрібне для кваліфікованого керівництва виробничими процесами підготовки автотранспортних засобів до експлуатації. Наведені в підручнику приклади різних вирішень не можуть використовуватись у всіх випадках, що трапляються на практиці. Тому студент повинен виразно уявляти, наскільки доцільно застосовувати ті чи інші рекомендації в умовах конкретного автотранспортного виробництва.

Підручник складається з трьох книжок. У першій книжці викладені: теорія фізико-хімічного старіння автомобілів, статистична теорія надійності автотранспортних засобів, методи забезпечення надійності автотранспортних засобів в умовах експлуатації, технічне діагностування автомобілів, технологія технічного обслуговування і ремонту автомобілів.

Друга книжка подає відомості щодо організації, планування і керування процесами технічного обслуговування, ремонту і зберігання автотранспортних засобів, технологічного планування підприємств автотранспорту.

Третя книжка присвячена організації, плануванню, керуванню і технології виробничих процесів у капітальному ремонті автомобілів.

## ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ

### Глава 1

### ТЕОРІЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНОГО СТАРІННЯ АВТОМОБІЛІВ

#### 1.1. Загальні поняття про надійність автотранспортних засобів

Безпека дорожнього руху і своєчасність доставляння вантажів і пасажирів, економічні показники використання автомобілів багато в чому визначаються їхньою надійністю. Проблема забезпечення надійності особливо актуальна тепер, оскільки ускладнюються конструкції автомобільної техніки і збільшується обсяг автомобільних перевезень. Недостатня надійність знижує готовність автомобілів до експлуатації, в результаті чого знижується ефективність їхнього використання і підвищуються експлуатаційні витрати.

*Надійність — властивість автомобіля виконувати транспортну роботу, зберігаючи в часі або за пробігом експлуатаційні показники в потрібних межах, що відповідають заданим режимам та умовам використання, технічного обслуговування (ТО), ремонтів, зберігання і транспортування.*

Надійність автомобіля закладається при його проектуванні і доведенні дослідного зразка, забезпечується в процесі виробництва і як одна з найважливіших експлуатаційних властивостей проявляється і підтримується в експлуатації. Тому розрізняють конструктивну, виробничу й експлуатаційну надійність автомобіля.

У теорії надійності автомобілів (її вивчають методами теорії надійності технічних виробів) розглядають такі питання: теорію фізико-хімічного старіння; статистичну теорію надійності (методи оцінки і розрахунку надійності, збирання й аналізу даних про відкази й несправності); конструювання надійних автомобілів (методи економічного аналізу надійності, технічну психофізіологію, методи врахування впливу навколишнього середовища), виробництво автомобілів (методи оцінки якості деталей за показниками надійності, культуру виробництва, економіку виробництва); забезпечення надійності в умовах експлуатації (обґрунтування режимів ТО, ремонту); економіку надійності автомобілів. Таким чином, у теорії надійності розглядаються у взаємозв'язку різні питання створення й експлуатації автомобілів.

Розв'язування складних проблем надійності сучасних автомобілів неможливе без глибокого теоретичного вивчення фізико-хімічних процесів, що спричиняють спрацювання і поломку деталей автомобіля, розробки на цій базі відповідних практичних рекомендацій щодо конструювання, виробництва й експлуатації автомобілів.

Надійність автомобіля не залишається сталою протягом усього терміну служби. В міру спрацювання деталей, нагромадження в них необоротних процесів (явищ втомленості, спрацювання, корозії) збільшується ймовірність появи несправностей і відказів. Нові автомобілі більш надійні порівняно з автомобілями, які мають великий пробіг або пройшли капітальний ремонт.

Щоб поліпшити експлуатаційні властивості автомобіля й підвищити техніко-економічні показники (безпеку руху, продуктивність, економічність, рентабельність), треба знати причини й закономірності зміни його технічного стану, які залежать від надійності агрегатів, вузлів, систем і автомобіля в цілому.

## 1.2. Ефективність використання і роботоздатність автомобіля

Ефективність використання автомобіля залежить від його якості. *Якість — сукупність властивостей, які визначають ступінь придатності автомобіля (агрегату, механізму, вузла) до виконання заданих функцій при використанні за призначенням.* Вона не залишається сталою в експлуатації, а змінюється в часі та просторі.

У зв'язку із складністю автомобіля, різноманітністю деяких його властивостей та особливостей конструкцій, а також різних поєднань їх, різною залежністю від умов експлуатації та виду перевезень оцінити автомобіль якимсь одним узагальнюючим показником, що однозначно виражає його якість, досить важко. Тепер якість автомобіля визначають комплексом найбільш показових його експлуатаційних властивостей: місткістю, використанням маси, швидкістю руху, прохідністю, безпечністю (гальмівними властивостями, стійкістю, керуваністю, оглядовістю, ефективністю сигналізації, забрудненню навколишнього середовища, безшумністю), паливною економічністю, надійністю, зручністю використання (плавністю ходу, комфортабельністю, простотою керування і дорожнього обслуговування, маневреністю), простотою ТО.

Комплекс цих якостей дає змогу повно і всебічно дати загальну оцінку автомобілю як транспортному засобі. Технічно справний автомобіль повинен мати певний рівень експлуатаційних якостей. Проте автомобіль із різних причин (втомленість, корозія, спрацювання, некваліфіковане водіння) втрачає деякі експлуатаційні якості (швидкість руху, безпечність, паливну економічність та ін.) Це знижує його продуктивність, збільшує затрати на перевезення, призводить

до збільшення трудомісткості та енергоємності перевезень і, в кінцевому підсумку, до зниження безпечності для навколишнього середовища, пасажирів і водія. Автомобіль втрачає роботоздатність.

*Роботоздатність* — стан рухомого складу, при якому значення всіх параметрів, які характеризують здатність його виконувати транспортну роботу, відповідають вимогам нормативно-технічної документації. Роботоздатність автомобіля пов'язана не тільки із здатністю його виконувати необхідні функції, а й з тим, щоб при цьому експлуатаційні якості були в допустимих межах. Оскільки автомобіль є системою, яка відновлюється, визначення тактики і стратегії відновлення його роботоздатності має велике значення. Роботоздатний рухомий склад, заправлений мастильними матеріалами і рідинами, повинен бути готовим до роботи на лінії без додаткового здійснення будь-яких підготовчих робіт, за винятком заправлення паливом і теплової підготовки в зимову пору.

*Подія, яка полягає в порушенні роботоздатного стану рухомого складу, називається відказом.* Він може статись внаслідок руйнування, деформації або спрацьовування деталей, порушення регулювання механізмів і систем, припинення подачі палива і мастильних матеріалів, а також при зміні робочих характеристик автомобіля (втраті потужності, збільшенні гальмівного шляху), коли вони виходять за межі норм, допустимих за технічними умовами.

Критерії відказів і граничних станів установлюють у нормативно-технічних документах із метою достовірного визначення технічного стану автомобіля розробником, виготовлювачем і споживачем. Критерії відказів автомобіля та його елементів визначають за однією характерною ознакою або за сукупністю ознак нероботоздатного стану.

Критерії граничних станів автомобіля та його елементів встановлюють за характерними ознаками, на підставі яких треба вважати неможливим подальше використання його з таких причин: неусувних порушень безпеки і виходу заданих параметрів за допустимі межі; недопустимого зниження ефективності експлуатації; потреби капітального ремонту.

Ознаками відказів і граничних станів автомобіля є такі: припинення (повне чи часткове) виконання автомобілем заданих функцій; відхилення заданих показників якості за межі визначених норм; відкази і граничні стани складових частин автомобіля, які призводять до припинення (повного чи часткового) функціонування автомобіля або виходу його показників якості за встановлені норми; виникнення процесів, які перешкоджають функціонуванню автомобіля; досягнення автомобілем призначеного ресурсу або терміну служби; техніко-економічні фактори.

**Приклад.** Автомобіль складається з таких систем: ресурсних (несуча система, двигун, ходова система та ін.), закінчення ресурсу яких призводить до вичерпання ресурсу автомобіля; нересурсних (електроустаткування і прилади, допоміжні елементи



двигуна, кабіна й елементи оперення), ресурс яких закінчується одночасно з вичерпанням ресурсу автомобіля.

Критерії відказів і граничних станів автомобіля в цілому та деяких його складових частин наведені нижче.

#### *Автомобіль*

Критерії відказів: відказ ресурсних і нересурсних систем.

Критерії граничних станів: граничні стани ресурсних систем.

#### *Двигун*

Критерії відказів: зниження потужності нижче від допустимої; одноразові відкази окремих деталей циліндропоршневої групи та ін.

Критерії граничних станів: граничне спрацювання шийок колінчастого вала; граничне спрацювання комплекту деталей циліндропоршневої групи та ін.

**Несправність** — стан рухомого складу, при якому він не відповідає хоча б одній із вимог нормативно-технічної документації. Є несправності, які не призводять до відказів (руйнування пофарбування або деформація кузова автомобіля) і які спричиняють їх (пломка одного з листів ресори).

Рухомий склад із несправними складовими частинами, стан яких не відповідає вимогам безпеки або спричиняє підвищене спрацювання деталей, не повинен продовжувати транспортну роботу або випускатись на лінію. Інші несправності можуть бути усунуті після завершення транспортної роботи в межах змінного або добового завдання.

Роботоздатний стан рухомого складу забезпечується виробничо-технічною службою, яка несе відповідальність за своєчасне й доброякісне виконання ТО і ремонту з додержанням установлених нормативів, ефективну організацію праці ремонтно-обслуговуючого персоналу, додержання нормативно-технічної документації для ТО і ремонту.

### **1.3. Основні види руйнування автотранспортних засобів**

Основними видами руйнувань, що призводять до граничних (нероботоздатних) станів деталей автотранспортних засобів, є статичне руйнування, втомленість, корозія, спрацювання та старіння.

**Статичне руйнування** — процес руйнування деталі під дією переважання, одноразового перевищення навантаженням міцнісних властивостей елементів автомобілів. Ознаками граничного стану є: крихке руйнування, крихкий злам, сколювання торців. Статичного руйнування зазнають зварні з'єднання, фасонні деталі, болти, валики, пальці та чавунні виливки.

**Втомленість** — процес руйнування деталі під впливом багаторазово повторюваних навантажень. Розрізняють втомленість мало- і багатоциклової. Ознаки малоциклової втомленості — повзучість, в'язкий злам, заїдання. Малоциклової втомленості зазнають

корпусні деталі, зубчасті колеса, вали, осі, пружини, посудини, підшипники ковзання. Ознаки багатоциклової втомленості — руйнування від втомлення, злам від втомлення, викришування, кавітація. Багатоциклової втомленості зазнають корпусні деталі, зубчасті колеса, підшипники кочення, вали, осі, пружини, шатуни, болти, зварні з'єднання.

**Корозія** — процес руйнування матеріалів внаслідок їхньої хімічної та електрохімічної взаємодії з навколишнім середовищем. Ознаки граничного стану — ерозія (газова, рідинна); корозія (атмосферна, при терті, в електролітах). Корозії зазнають елементи трубопроводів, робочі камери, кабіни, кузови, деталі насосів, латунні, дюралюмінієві, магнієві сплави та ін.

Основним видом руйнування механізмів автомобіля є **спрацьовування** деталей — процес відокремлення матеріалу з поверхні твердого тіла і (або) збільшення його залишкової деформації при терті, яка проявляється в поступовій зміні розмірів і (або) форми тіла.

Спрацьовування крім порушень механічних зв'язків між деталями спричиняє порушення термодинаміки згоряння у двигуні, запалювання в електроустаткуванні, утворення суміші в системі живлення та ін. Спрацьовування деталей часто супроводиться деформаціями, нагромадженням напружень від втомлення тощо. Спрацьовування супроводиться також механічними й фізико-хімічними явищами, які ускладнюються тим, що на них істотно впливають проміжне середовище (мастильні матеріали, повітря) і фактори навколишнього середовища: температура, вологість і запиленість повітря, дія сонячного проміння та ін. Основною причиною спрацьовування деталей автомобіля є **тертя**.

Класифікація видів тертя наводиться нижче.

#### **Ознака класифікації**

За наявністю відносного руху

За характером відносного руху

За наявністю мастильного матеріалу

#### **Вид тертя**

Спокою, руху

Ковзання, кочення, кочення з проковзуванням

Без мастильного матеріалу, з мастильним матеріалом

**Тертя спокою** — тертя двох тіл при мікрозміщеннях, без макрозміщення.

**Тертя руху** — тертя двох тіл, що рухаються одне відносно одного.

**Тертя без мастильного матеріалу** — тертя двох тіл, коли на поверхні тертя немає введеного мастильного матеріалу будь-якого виду.

**Тертя з мастильним матеріалом** — тертя двох тіл, коли на поверхні тертя є введений мастильний матеріал будь-якого виду.

**Тертя ковзання** — тертя руху, при якому швидкості тіл у точці стикання різні за значенням і (або) напрямом.

*Тертя кочення* — тертя руху, при якому швидкості стичних тіл однакові за значенням і напрямом принаймні в одній точці зони контакту.

*Тертя кочення з проковзуванням* — тертя руху двох стичних тіл при одночасному терті кочення і ковзання в зоні контакту.

Поверхні тертя мають мікронерівності, розміри яких залежать від точності обробки. При терті взаємодіють мікронерівності тертьових поверхонь між собою і з абразивними частинками, що потрапили в масло. Руйнування кількох шарів мікронерівностей призводить до макропошкоджень, тобто змін форми поверхні. Тертя ковзання в двигуні відбувається між поршневим кільцем і дзеркалом циліндра, між шийками колінчастого вала і підшипниками; тертя кочення — в шарико- і роликотідшипниках.

У механізмах автомобіля можуть бути одночасно кілька видів тертя. Наприклад, робота шестерень коробки передач супроводиться тертям кочення і ковзання. Залежно від умов та режиму тертя, від якості тертьових поверхонь, мастильних матеріалів і діяння зовнішнього середовища характер спрацьовування деталей механізмів може бути різним.

Оцінюючи явища і процеси при терті і спрацьовуванні, застосовують такі терміни: стрибкоподібний рух при терті, схоплювання при терті, перенесення матеріалу, заїдання, задир, дряпання, відшаровування, викришування, припрацювання.

*Стрибкоподібний рух при терті* — явище чергування відносного ковзання і відносного спокою або чергування збільшення і зменшення відносної швидкості ковзання, яке виникає мимовільно при терті руху. Прикладом стрибкоподібного руху може бути рух, що виникає внаслідок автоколивань при зниженні коефіцієнта тертя зі збільшенням швидкості ковзання.

*Схоплювання при терті* — явище місцевого з'єднання двох твердих тіл, що настає внаслідок дії молекулярних сил при терті.

*Перенесення матеріалу* — явище при терті твердих тіл, яке полягає в тому, що матеріал одного тіла з'єднується з іншим і, відриваючись від першого, залишається на поверхні другого.

*Заїдання* — процес виникнення і розвитку пошкоджень поверхонь тертя внаслідок схоплювання і перенесення матеріалу. Заїдання може завершуватись припиненням відносного руху.

*Задир* — пошкодження поверхні тертя у вигляді широких і глибоких борозен у напрямі ковзання.

*Дряпання* — утворення заглиблень на поверхні тертя в напрямі ковзання при діянні виступів твердого тіла або твердих частинок.

*Відшаровування* — відокремлення з поверхні тертя матеріалу у формі лусочок при спрацьовуванні від утомлення.

*Викришування* — утворення ямок на поверхні тертя в результаті відокремлення частинок матеріалу при спрацьовуванні від утомлення.

*Припрацювання* — процес зміни геометрії поверхонь тертя і фізико-хімічних властивостей поверхневих шарів матеріалу в початковий період тертя, який звичайно проявляється за постійних зовнішніх умов у зменшенні сили тертя, температури й інтенсивності спрацювання.

*Спрацювання* — результат спрацювання, який визначається в установлених одиницях. Значення спрацювання може виражатися в одиницях довжини, об'єму, маси та ін.

З метою виявлення основного процесу руйнування поверхні і керування ним розроблено класифікацію видів спрацювання.

#### Ознаки класифікації

Механічне спрацювання

Корозійно-механічне спрацювання

Спрацювання при діянні електричного струму

#### Види спрацювання

Абразивне, гідроабразивне (газоабразивне), гідроерозійне (газоерозійне), кавітаційне, від втомлення, при фретинзі, при заїданні

Окислювальне, при фретинг-корозії

Електроерозійне

**Механічне** — спрацювання в результаті механічних дій. Воно визначається різанням, виламуванням частинок, пластичним деформуванням та ін. Найпоширеніше механічне спрацювання — це абразивне.

*Абразивне* — механічне спрацювання матеріалу в результаті ріжучої або дряпаючої дії твердих тіл чи твердих частинок, які мають різну форму й по-різному орієнтовані своїми гострими ребрами щодо спрацьовуваної поверхні. Одні з них мають різальну дію, інші пластично деформують м'який матеріал, залишаючи сліди у вигляді видавлених рисок. В результаті багаторазового переміщення частинок поверхневий шар деталі поступово руйнується. Абразивні частинки можуть потрапляти на тертьові поверхні разом із повітрям, паливом, мастильними матеріалами тощо. Абразивного спрацювання в поєднанні з іншими видами зазнають практично всі тертьові деталі автомобіля.

*Гідроабразивне (газоабразивне)* — абразивне спрацювання в результаті дії твердих тіл або твердих частинок, захоплених потоком рідини (газу).

*Гідроерозійне (газоерозійне)* — спрацювання поверхні в результаті дії потоку рідини (газу). Цей вид спрацювання характерний для паливної апаратури дизельних двигунів, жиклерів карбюраторів, випускних клапанів двигуна.

*Кавітаційне* — механічне спрацювання при русі твердого тіла відносно рідини, при якому пухирці газу захоплюються поблизу поверхні, що створює місцевий ударний тиск або високу температуру.

Кавітаційне руйнування іноді буває у водяних насосах, на зовнішніх поверхнях мокрих гільз циліндрів та в інших деталях автомобіля.

*Спрацьовування від утомлення* — механічне спрацьовування в результаті руйнування від утомлення при повторному деформуванні мікрооб'ємів матеріалу поверхневого шару. Спрацьовування від утомлення може відбуватись як при терті кочення, так і при терті ковзання.

При *фретинзі* — механічне спрацьовування стичних тіл при коливальному відносному мікрозміщенні.

При *заїданні* — спрацьовування в результаті схоплювання, глибинного виривання матеріалу, перенесення його з однієї поверхні тертя на іншу та дії утворених нерівностей на спряжену поверхню. Схоплювання металу і перенесення його з однієї деталі на іншу, виривання частинок із поверхні однієї деталі і налипання на інші, заїдання спряжених деталей внаслідок виникнення молекулярного зчеплення між третювими поверхнями бувають у підшипниках ковзання, втулках валів, поршнях та інших деталях, особливо в процесі припрацювання механізмів. При інтенсивному схоплюванні металів відбувається процес наволікання шару менш міцного металу на поверхню міцнішого.

*Корозійно-механічне* — спрацьовування в результаті механічного діяння, що супроводиться хімічною та (або) електричною взаємодією матеріалу з середовищем (киснем, газами, кислотами, лугом). Взаємодія середовища з поверхневими шарами металу призводить до утворення нових хімічних сполук, які різко змінюють властивості третювих активних шарів металу. При цьому третюві поверхні спрацьовуються внаслідок періодичного утворення і руйнування менш міцного шару. Корозійно-механічного спрацьовування зазнають циліндри двигуна, вкладиші підшипників, шийки колінчастого вала та інші деталі внаслідок дії сірчаної, сірчистої та органічних кислот.

*Окислювальне* — корозійно-механічне спрацьовування, при якому переважає хімічна реакція матеріалу з киснем або окислювальним навколишнім середовищем.

При *фретинг-корозії* — корозійно-механічне спрацьовування стичних тіл при малих коливальних відносних переміщеннях.

*Електроерозійне* — ерозійне спрацьовування поверхні в результаті дії розрядів при проходженні електричного струму.

Залежно від умов роботи одна й та сама деталь може зазнавати одночасно дії кількох видів спрацьовування. Наприклад, верхня частина циліндра двигуна зазнає водночас механічного і корозійно-механічного спрацьовування.

Процес наростання спрацьовування поверхневих шарів має певні закономірності (рис. 1.1). Спрацьовування  $\sigma$  підвищується протягом усього пробігу  $L$  автомобіля до певного стану деталі, але інтенсивність спрацьовування різна на різних етапах роботи.

У початковий період роботи (*припрацювання*) деталі спрацьовуються дуже інтенсивно (ділянка  $OA$ ) до якогось значення, характерного для цих умов роботи, потім процес переходить у зону *усталеного спрацьовування* (ділянка  $AB$ ), різко зростає і переходить в *аварійне спрацьовування*. У міру припрацювання знижується інтенсивність спрацьовування внаслідок збільшення площі поверхонь за рахунок спрацьовування, а також зміни мікрогеометрії тертьових поверхонь деталей і тиску.

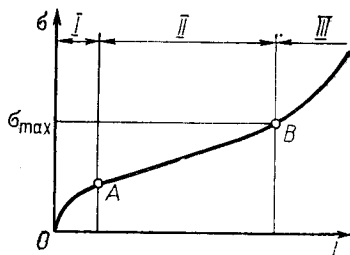


Рис. 1.1. Залежність спрацювання та інтенсивності спрацьовування деталі автомобіля від його пробігу (для усталених умов експлуатації)

Спрацьовування на ділянці  $AB$  називається *нормальним (природним)*. Воно характеризується сталістю умов роботи тертя і швидкості спрацьовування цього спряження. Після точки  $B$  спрацьовування різко зростає внаслідок збільшення зазора між тертьовими поверхнями, зростання динамічних навантажень, погіршення режиму мащення та ін. Отже, збільшення зазорів між деталями має бути обмеженим.

Якщо працююче спряження розібрати, то після складання інтенсивність спрацьовування збільшується порівняно з початковим за рахунок нового припрацювання його деталей. Таким чином, розібрати автомобіль і його елементи можна тільки в разі крайньої потреби.

**Старіння** — процес поступової і неперервної зміни експлуатаційних властивостей, що спричиняється дією механічних, електричних, теплових та інших навантажень, наявність яких визначається режимом роботи й умовами експлуатації автомобіля. Ознаки граничного стану старіння — необоротна зміна фізико-хімічних властивостей матеріалів деталей (втрата пружності та ін.). Старіння зазнають елементи і деталі з металів, полімери, гумотехнічні вироби, ущільнення, напівпровідники.

Основні моделі оцінки надійності з урахуванням граничних станів наведені в дод. 1.

#### 1.4. Вплив основних факторів на зміну технічного стану автомобіля

На технічний стан автомобіля впливають конструктивні, технологічні, експлуатаційні та інші фактори.

*Конструктивні фактори* визначаються формами й розмірами деталей (від них залежать тиск на поверхню деталі, концентрація напружень, ударна міцність і міцність від втомлення металу); жорсткістю конструкції, тобто властивістю деталей, особливо базових та основних, трохи деформуватися під дією навантажень, що сприймаються; точністю взаємного розміщення поверхонь та осей спільно працюючих

деталей; правильним вибором посадок, які забезпечують надійну роботу спряжень, та ін.

*Технологічні фактори* залежать від якості матеріалів, що використовуються для виготовлення деталей, застосування відповідної термічної обробки їх та складальних робіт (центрування, співвісності, регулювання зазорів, якості кріплення) та ін.

*Експлуатаційні фактори* залежать від дорожніх, транспортних і кліматичних умов. Вони найбільше впливають на технічний стан автомобілів. Дорожні умови характеризуються типом, станом і міцністю покриттів, поздовжнім профілем дороги, режимом руху, видимістю тощо. Кліматичні умови в різні періоди року визначаються температурою і вологістю повітря, атмосферним тиском, кількістю опадів, силою і напрямком вітру, тривалістю снігового покриву та ін. Транспортні умови охоплюють обсяг і відстань перевезень, умови вантаження і розвантаження, особливості організації перевезень, умови зберігання, обслуговування та ремонту автомобілів.

Залежно від умов експлуатації змінюються швидкісні і навантажувальні режими деталей, механізмів та агрегатів автомобілів і термін їхньої безвідказної роботи. Наприклад, на коротких маршрутах частіше користуються зчепленням, гальмами, переключачуть передачі і зчеплення, внаслідок чого збільшується ймовірність їхніх відказів.

При експлуатації автомобілів у важких дорожніх умовах збільшуються навантаження на деталі автомобіля, в результаті чого деталі швидше спрацьовуються, настає втомилення металу, порушується стабільність кріплень і регулювань, а в деяких випадках трапляються поломки деталей трансмісії, ходової частини і рульового керування. Різні дорожні умови впливають на зміну характеру дії навантажень. Вібрація рами внаслідок нерівностей дороги ослаблює заклепкові з'єднання, порушує співвісність двигуна і коробки передач, спричиняє додаткові навантаження у корпусах. Вібрація автомобіля прискорює спрацьовування і призводить до поломки кріпильних деталей карданної передачі, радіатора і підвіски.

Зниження температури навколишнього повітря, погіршення стану дороги внаслідок снігових заметів або бездоріжжя спричиняють додаткове передчасне спрацьовування або поломки деталей автомобіля (спрацьовування шлиців, шипів і підшипників хрестовини, зрізування шпильок кріплення підвісної опори та ін.).

Щоб зменшити вплив кліматичних умов на робочі процеси автомобіля, створені спеціальні мастильні матеріали. Робота автомобіля на вологих дорогах, а також в умовах вологого клімату спричиняє корозію деталей підвіски, рами, кузова, крил, кабіни та ін.

На термін служби силових передач автомобіля істотно впливає їхній тепловий режим. Він визначається температурою навколишнього повітря, ступенем завантаження автомобіля, його швидкістю

й залежить від довжини маршруту, тривалості простою під вантаженням і вивантаженням, якості ТО та інших показників.

У процесі роботи і зберігання автомобіля деякі його агрегати і деталі перебувають у постійній взаємодії з експлуатаційними матеріалами. Властивості цих матеріалів та умови їхнього застосування позначаються на процесі спрацьовування і корозії деталей, витрачанні мастильних матеріалів, продуктивності автомобіля. Експлуатаційні матеріали повинні відповідати конструктивним і технологічним особливостям агрегатів автомобіля, їхньому технічному станові й умовам експлуатації.

Значно впливає на технічний стан автомобіля якість його водіння, від якого залежать динамічні навантаження в деталях трансмісії автомобіля. Найдійовішими є режими рушення з місця в разі застрявання автомобіля. При різкому включенні зчеплення крутний момент, що прикладається до трансмісії, може значно перевищити максимальний крутний момент двигуна з урахуванням коефіцієнта запасу. Цим пояснюються поломки в трансмісії автомобіля, який працює в умовах поганих доріг.

### 1.5. Класифікація відказів автомобіля

Відкази і несправності автомобіля можна класифікувати за різними ознаками залежно від поставленого завдання.

За джерелом виникнення відкази автомобіля можна поділити на конструктивні, технологічні, експлуатаційні і від спрацьовування.

*Конструктивний відказ* виникає в результаті порушення правил і (або) норм конструювання. Може бути невдало вибрана і конструктивна схема автомобіля та його агрегатів, невідомі умови експлуатації, погано захищені деталі від потрапляння абразивів, вологи тощо. *Технологічні відкази* виникають внаслідок неправильно призначеної технології виготовлення деталей, неякісного матеріалу, низької культури виробництва та ін. *Експлуатаційні відкази* — внаслідок неправильної експлуатації автомобіля або його елементів, порушення режимів ТО та інших факторів. Природне спрацьовування і старіння металів або інших матеріалів спричиняють *відкази від спрацьовування*.

В умовах автотранспортних підприємств кількість експлуатаційних відказів можна значно зменшити дотриманням правил вантаження і вивантаження вантажів; правильним регулюванням агрегатів, механізмів і систем; застосуванням автоексплуатаційних матеріалів відповідно до інструкцій заводів-виготовлювачів та ін.

За характером процесу відкази автомобіля поділяють на поступові і раптові. Відказ, якому передують поступова зміна якогось параметра або властивості, називають *поступовим* (наприклад, поломка корінного листа ресори в результаті нагромадження пошко-



дженів від утомлення), а відказ, виникнення якого практично можливе в будь-який період експлуатації (залежить тільки від випадкових факторів), — *раптовим* (наприклад, прокол шини).

Багато раптових відказів є такими лише за формою виникнення, і прогнозування їх залежить від рівня знань спеціаліста, контрольньо-діагностичних засобів та економічної доцільності їхнього застосування. Тому в групі раптових відказів доцільно виділити підгрупу *умовно-раптових відказів*, які виникають в результаті такої поступової зміни параметрів технічного стану, яка сьогодні вивчена ще недостатньо і не може бути зафіксованою існуючими приладами й методами. До цієї групи належать також несправності і відкази, фіксація яких у процесі експлуатації з економічних причин недоцільна. Доведено, що близько половини відказів належать до поступових, з яких 60...65 % безпосередньо залежать від регулярності та якості ТО. Кількість умовно-раптових відказів становить близько 20 %. Група умовно-раптових відказів є резервом профілактичних дій, що дедалі ширше застосовуються в міру вдосконалення конструкції автомобілів та використання ефективних контрольньо-діагностичних засобів.

За наслідками відкази поділяють на *безпечні й небезпечні* для життя і здоров'я людей. Прикладами небезпечних відказів на автомобільному транспорті можуть бути відкази рульового керування, гальм, а безпечних — двигуна, коробки передач.

Для аналізу взаємного зв'язку відказів важливого значення набуває поділ їх на залежні і незалежні. *Незалежний відказ* елемента не зумовлений пошкодженням або відказом іншого елемента об'єкта, а *залежний відказ* елемента зумовлений. Прикладом залежних відказів можуть бути наслідки викришування зуба однієї з шестерень коробки передач автомобіля. Внаслідок цього можуть вийти з ладу спряжена шестірня, погнутись вали, зруйнуватися підшипники і картер коробки передач.

### Контрольні запитання

1. Що таке надійність автомобіля?
2. Які питання розглядаються в теорії надійності автомобілів?
3. Як змінюється надійність автомобіля протягом усього терміну служби?
4. Від чого залежить ефективність використання автомобілів?
5. Якими експлуатаційними властивостями визначається якість автомобілів?
6. Як ви розумієте роботоздатний стан автомобіля?
7. Що таке відказ автомобіля і чим він відрізняється від несправності?
8. В яких документах визначаються критерії відказів і певних станів?
9. Назвіть основні види руйнувань автотранспортних засобів?
10. Які ви знаєте види спрацьовування деталей автомобіля?
11. Як впливає розбирання автомобіля та його агрегатів на процес спрацьовування деталей?
12. Які основні фактори впливають на зміну технічного стану автомобіля і як саме?
13. За якими ознаками класифікують відкази автомобілів?

## Глава 2 СТАТИСТИЧНА ТЕОРІЯ НАДІЙНОСТІ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

### 2.1. Інформація про надійність автомобілів та її аналіз

**Збирання та обробка інформації** про надійність автомобілів в експлуатації робляться для того, щоб мати дані, потрібні для вдосконалення конструкції автомобілів, технології виготовлення їх, правил і методів експлуатації та ремонту; для атестації продукції і контролю показників надійності.

Завданнями збирання та обробки інформації про надійність автомобілів є: виявлення конструктивних і технологічних недоліків виробу, які знижують його надійність, а також недоліків в організації ремонту й експлуатації; устанавлення елементів і складових частин, що лімітують надійність виробу; уточнення критеріїв відказів, граничних станів і норм витрати запасних частин; оцінка ефективності заходів для підвищення надійності виробів.

Збирання та обробку інформації про надійність автомобілів проводять відповідно до *вимог галузевої нормативно-технічної документації* (НТД), яка визначає: структуру системи збирання та обробки інформації у цій галузі; методи планування спостережень обробки інформації; виявлення значень показників надійності збирання інформації; вимоги до програм спостережень за видами виробів; технічне забезпечення збирання та обробки інформації; порядок розробки заходів, оцінки ефективності використання інформації на підприємствах і в організаціях галузі; правила передачі та обміну інформації; способи автоматизації робіт.

Система збирання та обробки інформації може бути організована в рамках однієї галузі або між кількома галузями. Для організації системи збирання та обробки інформації відомствами призначаються головні організації, перед якими стоять такі основні завдання: розробка структури системи збирання та обробки інформації; розробка НТД для збирання та обробки інформації відповідно до встановлених вимог; науково-методичне керівництво при вирішенні завдань планування спостережень і обробки інформації; контроль за впровадженням системи; ведення банку даних про надійність виробів.

При організації системи в рамках галузі головна організація розробляє проект наказу по відомству, яке визначає склад базових організацій (за видами техніки), відповідальних за збирання та обробку інформації за даним видом техніки, а також правову і юридичну відповідальність усіх ланок системи. Інформацію збирають і обробляють з участю організацій-розробників виробів, підприємств-виготовлювачів виробів, експлуатуючих і ремонтних організацій.

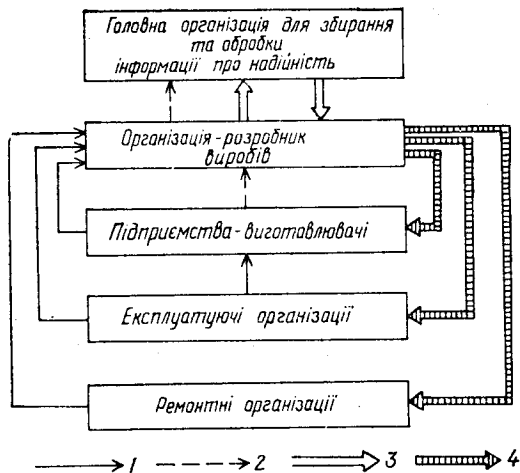


Рис. 2.1. Типова схема організації збирання та обробки інформації про надійність автомобілів:

1 — первинна інформація про надійність виробів в експлуатації; 2 — оброблена інформація для розробки заходів щодо підвищення надійності; 3 — підсумкова інформація; 4 — заходи для підвищення надійності виробів

*Організації-розробники виробів здійснюють: збирання та обробку інформації про надійність дослідних (експериментальних) зразків виробів; аналіз причин відказів і граничних станів виробів; обробку інформації про надійність виробів, що надходить від ремонтних, експлуатуючих організацій і підприємств-виготовлювачів; формування масивів даних підсумкової інформації. Підсумкову інформацію періодично направляють у головну організацію, яка збирає і обробляє інформацію, у вигляді підсумкових документів (звітів, зведених форм підсумкової інформації та ін.), що містять узагальнені*

дані про надійність виробів за звітний період.

*Підприємства-виготовлювачі виробів збирають і обробляють первинну інформацію про надійність серійно виготовленої продукції та аналізують причини відказів виробів у період гарантійного терміну. Експлуатуючі і ремонтні організації збирають первинну інформацію про надійність виробів (після гарантійного терміну експлуатації).*

Типова схема щодо збирання та обробки інформації про надійність виробів в експлуатації наведена на рис. 2.1.

Програми спостережень для конкретних виробів складають відповідно до технічного завдання на збирання та обробку інформації. У загальному випадку програма спостережень визначає: мету й завдання збирання інформації; перелік спостережуваних виробів; кількість виробів; тривалість спостережуваних виробів; номенклатуру показників, за якими збирають інформацію; періодичність обстежень і терміни проведення робіт; кількість і територіальне розташування місць збирання інформації; вимоги до методів збирання та обробки інформації, а також до методів обліку дії зовнішніх збурюючих факторів і режимів експлуатації; періодичність узагальнення первинної інформації, підготовки підсумкових даних та розсилання їх зацікавленим організаціям і підприємствам; періодичність і форми звітності; перелік підприємств та організацій, від яких надходить інформація і в які треба направляти зібрані й оброблені дані.

Періодичність обстежень залежить від завдання, яке вирішується і має забезпечувати виключення втрат інформації з заданою ймовірністю.

Кількість і територіальне розташування місць збирання інформації визначають залежно від типу, призначення та обсягу виготовлення виробів; умов і режиму експлуатації виробів; кількості виробів в експлуатаційному підприємстві.

Збирання інформації має передбачати проведення постійних, періодичних і (або) разових спостережень за виробами в експлуатації. Інформація, здобута в реальних умовах експлуатації, достовірніша порівняно з тією, яку іноді дістають в лабораторних умовах.

Інформацію збирають на підставі: даних обліку, який ведеться експлуатаційними і ремонтними підприємствами; результатів спостережень за виробами в експлуатації (включаючи підконтрольну експлуатацію); застосування опитувальних листів (експертних метсдів).

У процесі збирання інформації обстежують технічний стан виробу на місці його експлуатації (у тому числі ремонту), оглядають і в разі потреби досліджують складові частини, які відказали, вивчають і аналізують дані експлуатаційних і ремонтних документів та акти розслідування аварій і рекламаций. Результати обстеження відображують у документах первинної інформації про надійність: повідомленнях про відкази, журналах технічного стану, обліку простоїв устаткування, технічного обслуговування і ремонту та ін. Додатково використовують науково-технічні звіти про результати аналізу технічного стану і надійності виробів, що перебувають в експлуатації і надійшли в капітальний ремонт на ремонтні підприємства, а також матеріали (протоколи, звіти) про результати експлуатації випробувань у випробувальних центрах. Вибір експлуатаційних підприємств має забезпечити одержання даних для типових умов експлуатації, передбачених НТД. Додержання умов експлуатації при підконтрольній експлуатації контролюють спеціалісти, які збирають і обробляють інформацію, і (або) спеціальна служба, на яку покладені обов'язки контролювати додержання правил експлуатації.

Первинна інформація про надійність виробу охоплює: дані про місце та умови експлуатації; загальні відомості про виріб; характеристику відказів. Дані про місце й умови експлуатації фіксують один раз на початку спостережень і при зміні окремих характеристик уточнюють в процесі спостережень. У цих даних зазначають: назву й адресу підприємства; зовнішні умови (дорожні покриття, температурні умови, вологість середовища, хімічну активність тощо); умови використання виробу (завантажування, неперервність або циклічність роботи і т. п.); характеристику ремонтної та обслуговуючої бази, системи технічного обслуговування і ремонту; умови зберігання виробів.

Загальні відомості про виріб охоплюють: марку (модель) виробу; заводський номер; рік випуску й останнього ремонту; дату і напрацювання на початок спостережень і після закінчення спостережень; причину припинення спостережень; конструктивні особливості виробу (якщо він відрізняється від серійних виробів).

Характеристика відказів містить такі відомості: дату виникнення відказів; напрацювання виробу, при якому стався відказ; напрацювання до відказу складової частини; назву складової частини, що відказала, її заводський номер і номер за каталогом або за відомістю комплектації, місце встановлення і порядковий номер (якщо таких складових частин у виробі кілька); зовнішній прояв (ознака) відказу; причину виникнення відказу; спосіб усунення, кількість і назву замінних складових частин; тривалість і трудомісткість пошуку й усунення відказу; умови, за яких стався відказ; прізвище і посаду особи, яка заповнила документ первинної інформації, дату.

Форми повідомлень про надійність повинні забезпечити можливість кодування усіх даних для машинної обробки. Форми поділяють на *первинні, форми-нагромаджувачі* інформації та *форми запису* результатів кількісного і якісного аналізу надійності.

Обробка інформації передбачає: класифікацію і кодування вихідних даних; контроль повноти, достовірності й однорідності інформації; внесення уточнень у вихідні дані (у разі потреби); копіювання вихідної інформації (коли є потреба); переведення змісту вихідної інформації на машинні носії; оцінку показників надійності; класифікацію причин відказів і граничних станів за видами, пов'язаними з виготовленням, ремонтом і експлуатацією, та аналіз їх; підготовку вихідних даних для розробки заходів, спрямованих на виявлення недоліків і підвищення надійності виробів в експлуатації.

У процесі аналізу причин відказів і граничних станів роблять: систематизацію первинної інформації за прийнятими ознаками (умовами експлуатації, напрацюванням, видом складових частин, що відказали, та ін.); виявлення складових частин, які лімітують надійність виробу; визначення причин відказів; оцінку ефективності конструкторсько-технологічних і (або) організаційних заходів; визначення законів розподілу й оцінку показників надійності за статистичними даними; обробку інформації про витрачання запасних частин; виявлення і систематизацію причин і тривалості простоїв виробів; порівняння добутих даних з нормативами і даними про виробні аналоги; аналіз і систематизацію даних про відкази комплектуючих складових частин; виявлення випадів порушення вимог експлуатаційної документації; розробку рекомендацій для усунення виявлених дефектів і дальшого підвищення надійності виробів.

Інформація про надійність автомобілів має задовольняти основні *вимоги*: повноту інформації, тобто усі відомості, потрібні для оцінки й аналізу надійності автомобіля (однак зайві відомості утруднюють

збирання та обробку даних, знижують оперативність обробки і зменшують ефективність її використання); достовірність інформації, яка означає, що всі відомості повинні бути точними (помилковість даних може призвести до неправильної оцінки показників надійності і зниження ефективності профілактичних робіт); своєчасність інформації, що дає змогу швидко визначати причини відказів і вживати заходів для усунення виявлених дефектів; неперервність інформації, що дає змогу порівнювати результати розрахунків, добути в перший і наступні періоди експлуатації, і безпомилково розробляти заходи для усунення й попередження причин відказів; простоту облікових форм для збирання інформації.

Обов'язково треба зазначати режими роботи автомобіля та умови його експлуатації, враховуючи кваліфікацію обслуговуючого персоналу, умови зберігання, транспортування й експлуатації автомобілів, якість застосовуваних експлуатаційних матеріалів та ін.

На надійність автомобілів дуже впливають кліматичні умови, тому збирання інформації має тривати не менше одного року. Добути результати достовірні в тому разі, коли спостереження за автомобілем тривали від моменту його випуску до виходу в капітальний ремонт. Однак річні пробіги автомобілів у кілька разів нижчі від норми їхнього пробігу до капітального ремонту. Таким чином, якщо вести спостереження за однією групою автомобілів, то для визначення їхньої надійності в умовах експлуатації треба збирати статистичну інформацію про відкази протягом кількох років, що на практиці не прийнято. Термін збирання інформації можна скоротити, якщо спостерігати одночасно за кількома групами автомобілів (у групі має бути близько 25 автомобілів), що мають різний пробіг від початку експлуатації. Кількість груп  $X$  можна визначити з виразу

$$X \geq L_{к.р}/L_p,$$

де  $L_{к.р}$ ,  $L_p$  — відповідно пробіг автомобіля до капітального ремонту і річний пробіг.

Статистичну інформацію про надійність автомобілів можна добути й іншими способами, наприклад: відвідуванням місць експлуатації автомобілів інженерами-випробувачами автомобільних заводів; розсиланням на місця експлуатації автомобілів листів, карт та іншої документації, яку заповнюють експлуатаційники і з установленою періодичністю надсилають заводу-виготовлювачу (цей метод дає змогу без особливих витрат праці й часу конструкторів нагромаджувати й використовувати цінні експлуатаційні дані про надійність автомобілів); проведенням ресурсних випробувань та ін.

Ресурсні випробування — єдиний спосіб здобуття даних про надійність автомобілів, коли її треба визначити за дослідними або першими серійними зразками. Ресурсні випробування бува-

ють доводочні, на придатність до серійного виробництва, контрольні, приймально-здавальні та дослідницькі.

Мета доводочних випробувань — оцінити вплив на надійність змін, що вносяться при доведенні конструкції і технології виробництва. Випробування на придатність до серійного виробництва визначають допустимість серійного виробництва автомобілів за їхньою надійністю.

Контрольними випробуваннями перевіряють забезпечення встановлених норм надійності автомобілів, що серійно випускаються. Приймально-здавальні випробування визначають відповідність партії автомобілів вимогам технічних умов та можливість її приймання. Мета дослідницьких випробувань — визначити границю витривалості автомобілів, закон розподілу ресурсів, побудову кривих утомленості, вивчення динаміки процесу спрацьовування, порівняння ресурсів автомобілів, виготовлених із застосуванням різної технології, точності виготовлення та ін. Об'єктами ресурсних випробувань можуть бути: деталь, спряження, вузол, агрегат, поєднання агрегатів, автомобіль у складеному вигляді.

Тривалі експлуатаційні випробування дають змогу організувати експеримент, метою якого є підтвердження достовірності даних про експлуатаційну надійність автомобільної техніки на основі систематичних спостережень. Крім позитивних якостей цей метод має і недоліки. Важко правильно вибрати критерії граничного стану елементів автомобіля, які визначають їхній стан, а також забезпечити чистоту експлуатаційних випробувань відповідно до їхнього призначення. Це — однорідність групи спостережуваних автомобілів та умов проведення випробувань, відповідність організації і технології ТО та ремонту і комерційної експлуатації підконтрольних автомобілів вимогам нормативно-технічної документації і, передусім, проведення випробувань підконтрольних автомобілів у рядових, що нічим спеціально не різняться, виробничих умовах АТП.

Поряд із дослідженням надійності автомобілів у реальних умовах експлуатації проводять спеціальні випробування в прискореному режимі. Іноді вони не тільки доповнюють експлуатаційні випробування, а й є цілком потрібними для підвищення якості проектування і виготовлення автомобілів, а також для достовірності добутих даних. Крім того, прискорені випробування значно скорочують час оцінки надійності нових і серійних автомобілів.

Прискорені експлуатаційні випробування призначені для оперативної оцінки і прогнозування динаміки зміни основних експлуатаційних характеристик автомобіля та його механізмів. Найважливіші з них — показники безвідказності, ремонтпридатності, довговічності, що характеризуються закономірностями зміни темпів спрацьовування зчленувань, зміна питомих сумарних витрат на підтримування роботоздатності, пристосованість до ТО і ремонту та динамічні власти-

вості автомобіля, зміна питомих характеристик витрати палива і масляних матеріалів та показників продуктивності.

Прискорені експлуатаційні випробування базуються передусім на стендових випробуваннях, які проводять в напруженому режимі випробування агрегатів і механізмів, коли моделюються реальні умови експлуатації. В основному це методи: короткотермінові (невивершені), дорожні випробування, що проводяться з метою одержання вихідних даних для подальшого прогнозування значень експлуатаційних характеристик, а також багатofакторний статистичний і технологічний аналізи добутих експериментальних даних порівняно з закономірностями, виявленими при тривалих експлуатаційних випробуваннях автомобілів та їхніх аналогів.

При організації прискорених випробувань основним є вибір режимів випробувань (експлуатаційних, прискорених навантажень, збільшених навантажень, прискорених і збільшених навантажень, прогресивно зростаючих навантажень). Експлуатаційний режим — випробування деталей або вузлів на стендах або в складеному автомобілі при створенні експлуатаційних умов (наприклад, для перевірки фрикційних дисків зчеплення, механізмів включення коробки передач, стійкості проти спрацьовування зубчастих передач та ін.).

Режим прискорених навантажень — це стендові випробування елементів автомобіля при прискореному виконанні деяких операцій, а режим збільшених навантажень — стендові випробування деталей і вузлів із перевантаженням. Наприклад, зубчасті колеса випробовують із моментом, що в 1,3 раза більший від номінального. У цьому випадку випробування на стенді протягом 100 год відповідають 500-годинним випробуванням в експлуатації. Режим прискорених і збільшених навантажень можна застосовувати для випробування на стенді рам, гальмових колодок, деталей рульового керування, коробок передач, роздавальних коробок та інших деталей. Режим прискорених і збільшених навантажень найчастіше використовують при прискорених випробуваннях.

Випробування проводять і при прогресивно зростаючому навантаженні — деталь або вузол піддають змінним навантаженням, які ступінчасто зростають у часі, при сталому відношенні приросту навантаження на одну деталь до кількості циклів на ступінь. Цей метод можна застосовувати для будь-якого виду деформації і коефіцієнта асиметрії циклу зміни навантаження. Прискорені випробування доповнюють експлуатаційними. Головним критерієм вибору режиму та методу випробування є подібність виду й характеру руйнування під час прискорених випробувань та експлуатації.

Перспективними є *випробування на надійність макетів* автомобілів, у яких частина вузлів імітується за допомогою моделюючої установки, випробування системи в цілому і т. ін. Моделюючи процес



експлуатації автомобіля, можна своєчасно дослідити ефективність різних заходів для підвищення його надійності.

Широко застосовують *статистичне моделювання* процесу експлуатації деталей, механізмів, вузлів та автомобілів, в якому можна виділити два напрями:

1. Моделюють процеси, які відбуваються поза автомобілем під час його експлуатації. При цьому звичайно досліджують інженерно-організаційні питання боротьби з відказами. Наприклад, організаційні питання ТО часто досліджують методами теорії масового обслуговування. Для спрощення завдання припускають, що обслуговувані автомобілі дають пуассонівський потік відказів і має місце показовий розподіл часу відновлення. З урахуванням цих припущень складають диференціальні рівняння, які описують процес обслуговування. Для розв'язання цих рівнянь використовують моделюючі установки, цифрові моделі або універсальні цифрові машини. Процеси ТО автомобілів можна досліджувати також методами Монте-Карло, при цьому випадковій значення потоку відказів моделюються датчиками випадкових чисел.

2. Моделюють процеси, що відбуваються всередині автомобіля при його експлуатації. У цьому разі досліджують процеси появи відказів автомобіля і зміни експлуатаційних властивостей, закономірності зміни параметрів технічного стану і т. д. Для моделювання процесу появи відказів автомобіля треба моделювати нестационарні випадкові процеси зміни його визначальних параметрів.

Тепер застосовують також *імітаційне моделювання*. Воно полягає передусім у конструюванні уявної моделі (імітатора), що імітує об'єкти і процеси (верстати і їхню роботу) за потрібними (але не повними) показниками: за часом роботи, інтенсивністю, економічними витратами, розміщенням у цеху тощо. Саме неповнота опису об'єкта робить імітаційну модель принципово відмінною від математичної у традиційному розумінні. Далі настає перебір у діалозі з ЕОМ величезної кількості можливих варіантів і вибір у конкретні терміни найбільш прийнятних з погляду інженера вирішень. При цьому використовують інтуїцію і досвід інженера, який розуміє всю дуже складну ситуацію на виробництві.

Оптимального розв'язання в математичному розумінні тут не може бути знайдено. Проте імітаційна модель дає змогу за реальний час дістати цілком прийнятні варіанти. Вона охоплює евристичні елементи, використовуючи іноді неточну і почасти суперечливу інформацію. Цим імітаційне моделювання ближче до реального життя. Воно доступніше також для використання інженерами в промисловості. У діалозі з ЕОМ спеціалісти розширюють свій досвід, розвивають інтуїцію і передають їх імітаційній моделі.

Розглянемо умовну ситуацію, при якій без імітаційного моделювання обійтись неможливо. У зв'язку з запуском у виробництво нових

моделей автомобілів на заводі характер завдань керування та синхронізації матеріальних потоків якісно ускладнився. Постають питання: яке нове устаткування треба закупити, як узгодити новий тип устаткування з старим, як перебудувати структури і ритми допоміжних конвейерів, які живлять головний, поліпшити планування потоків деталей та вузлів і т. п. Якщо створити імітаційну модель на заводі, то всі ці питання можна розв'язати без особливих труднощів.

**Аналіз інформації** про надійність рекомендують робити по об'єктах обслуговування, під якими розуміють предмет певного призначення, що розглядається в періоди проектування, виробництва, експлуатації, дослідження і випробування на надійність. Об'єктом можуть бути деталь, агрегат, система або автомобіль у цілому. Зібрана інформація про відкази і несправності по об'єктах обслуговування дає змогу зробити якісний і кількісний аналіз надійності.

На підставі *якісного аналізу* інформації про надійність можна: визначити ступінь впливу різних відказів і несправностей на роботоздатність окремих агрегатів або систем у цілому; оцінити наслідки, до яких може призвести поява тих чи інших несправностей; виявити конструктивно-технологічні недоробки, недоліки експлуатації і ремонту; найменш надійні об'єкти; намітити заходи, які треба здійснити для забезпечення роботоздатності систем при появі несправностей. Залежно від ступеня небезпеки відказів і несправностей в одних випадках потрібне негайне проведення робіт для їх усунення, в інших роботи можуть бути відкладені до певного пробігу (часу) або до чергового виду ТО. Якісний аналіз дає змогу дійти попередніх висновків про зміну періодичності ТО об'єктів і визначити в деяких випадках основні напрями експериментальних і теоретичних досліджень для підвищення надійності автомобілів.

Якісний аналіз інформації про надійність дає змогу визначити фактичний рівень надійності автомобільної техніки за показниками, добутими з певних математичних залежностей.

При оцінці *кількісних показників* надійності основними величинами, що використовуються в розрахунках, є кількість відказів або несправностей і напрацювання (км, год). Розрахункові показники надійності порівнюють із нормативними і використовують для їхнього уточнення.

## 2.2. Властивості надійності

*Надійність об'єкта* \* — складна властивість, що складається з безвідказності, довговічності, ремонтпридатності і збереженості. Автомобіль можна вважати надійним, якщо він має ці чотири властивості. Для конкретних об'єктів та умов їхньої експлуатації ці влас-

\* Об'єкт — предмет певного цільового призначення. Об'єктами можуть бути системи та їхні елементи, зокрема автомобілі та їхні складові частини: агрегати, вузли, деталі.

тивості мають різну відносну значущість. Наприклад, для деяких об'єктів, що не ремонтуються, основною властивістю є безвідказність, для об'єктів, що ремонтуються, однією з найважливіших властивостей може бути ремонтпридатність.

*Безвідказність* — властивість об'єкта неперервно зберігати роботоздатний стан протягом певного часу або певного напрацювання. Напрацюванням називається тривалість або обсяг роботи виробу. Напрацювання для автомобілів звичайно вимірюють у кілометрах пробігу або в годинах.

Іноді під безвідказністю неправильно розуміють надійність у цілому. Безвідказність — тільки складова частина загальнішого поняття «надійність». У ряді випадків безвідказність є вирішальною властивістю, наприклад для гальмової системи і рульового керування автомобіля. Відказ гальм або рульового керування автомобіля може мати дуже тяжкі наслідки. Від роботи цих систем залежить життя людей і виконання особливо важливих завдань. Тому для таких об'єктів безвідказність є найважливішою складовою частиною надійності.

Безвідказність властива об'єкту тією чи іншою мірою в будь-якому з можливих режимів його існування. В основному безвідказність розглядається стосовно режиму роботи об'єкта, але в багатьох випадках потрібна оцінка безвідказності при зберіганні і транспортуванні об'єкта.

*Довговічність* — властивість об'єкта зберігати роботоздатність до настання граничного стану при встановленій системі ТО і ремонту.

Для виробів, що не ремонтуються, властивості безвідказності і довговічності збігаються, оскільки їхнім граничним станом є перший відказ. Виріб, що ремонтується, після відказу може бути відновлений, якщо це економічно доцільно. Для деяких виробів, які можна багато разів ремонтувати, границею довговічності, коли вони підлягають списанню, звичайно буває економічна недоцільність дальшої експлуатації або моральне спрацювання. Автомобілі та їхні агрегати також допускають можливості багаторазового відновлення, але настає момент, коли їх ремонтувати не вигідно, і тоді їх списують.

Об'єкт може перейти в граничний стан, залишаючись роботоздатним, наприклад, його даліше застосування за призначенням стане недопустимим за вимогами безпеки, економічності, ефективності й нешкідливості. Об'єкт, що перейшов у нероботоздатний стан, може не досягти граничного стану, якщо відновлення роботоздатного стану доцільне і (або) допустиме.

*Ремонтпридатність* — властивість об'єкта, яка полягає у пристосованості до попередження і виявлення причини виникнення відказів, пошкоджень, до підтримання і відновлення роботоздатного стану ТО і ремонтами.

Ремонтпридатність — сукупність технологічності при ТО і ремонтної технологічності об'єктів. Витрати часу і праці визначаються

в заданих умовах виконання операцій ТО і ремонту щодо організації, технології, матеріально-технічного забезпечення, кваліфікації персоналу і т. д.

*Збережність* — властивість об'єкта зберігати значення показників безвідказності, довговічності і ремонтпридатності протягом і після зберігання і (або) транспортування.

Збережність об'єкта характеризується його властивістю протистояти негативному впливові тривалості зберігання і транспортування на його безвідказність, ремонтпридатність і (або) довговічність. Збережність зображують у вигляді двох складових, одна з яких проявляється під час зберігання, а друга — під час застосування об'єкта після зберігання і (або) транспортування. Тривале зберігання і транспортування в необхідних умовах для багатьох об'єктів можуть негативно впливати не тільки на їхню поведінку під час зберігання, а й при наступному застосуванні об'єкта.

### **2.3. Експлуатаційна технологічність автомобіля**

*Експлуатаційна технологічність автомобіля* — сукупність властивостей його конструкції, які характеризують пристосованість до виконання усіх видів робіт на ТО і ремонті з використанням найбільш економічних технологічних процесів. Експлуатаційна технологічність автомобіля визначається конструктивно-виробничими й експлуатаційними факторами. Конструктивно-виробничі фактори визначають властивості конструкції автомобіля, їх враховують при створенні автомобіля. Експлуатаційні фактори визначають середовище, в якому проявляються властивості конструкції. Їх враховують як при створенні, так і при експлуатації автомобіля.

До конструктивно-виробничих факторів належать: контролепридатність, доступність, легкоснімність, взаємозамінність, уніфікація агрегатів і систем, наступність засобів ТО і контрольно-діагностичного устаткування та ін.

*Контролепридатність* — важливий фактор проведення контролю діагностичних параметрів технічного стану автомобіля, агрегатів і систем різними засобами й методами технічної діагностики (передусім методами і засобами автоматизованого і неруйнівного контролю). Він має вирішальний вплив на впровадження у практику нових, ефективніших методів ТО і ремонту автомобілів. Контролепридатність визначається вимогами забезпечення надійності і безпеки руху автомобіля.

*Доступність* до об'єкта ТО і ремонту — головний фактор скорочення витрат на профілактику і ремонт автомобіля. Цим фактором визначаються умови роботи на ТО і ремонті автомобіля, а також придатність об'єкта для виконання цільових операцій на профілактиці і ремонті з мінімальним обсягом додаткових робіт або взагалі без них.

*Легкознімність* означає придатність виробу до заміни з мінімальними затратами часу і праці. Не слід змішувати легкознімність з доступністю, оскільки на автомобілі є вироби, до яких забезпечена добра доступність, але заміна їх під час експлуатації утруднена. Легкознімність визначається в основному застосовуваними способами кріплення виробів, які замінюються в експлуатації, конструкцій роз'язтів, масою і габаритними розмірами знімних елементів.

*Взаємозамінність* комплексуючих виробів (деталей) означає, що з багатьох однойменних виробів (деталей) можна без вибору взяти будь-який і без підготовки (допускається застосування технологічних компенсаторів) встановити на автомобілі. Залежно від обсягу підготовчих робіт визначається відповідний ступінь взаємозамінності (чим більший ступінь взаємозамінності, тим менший обсяг підготовчих робіт). Взаємозамінність відіграє важливу роль у скороченні витрат праці.

Наступність засобів ТО і контрольно-діагностичного устаткування означає можливість використання наявних засобів для обслуговування і ремонту нових моделей автомобілів. Цей фактор дуже впливає на організацію робочого місця і зручність роботи її виконавців, терміни та вартість ТО і ремонту.

Уніфікація агрегатів і систем автомобіля — важливий фактор не тільки підвищення його експлуатаційної технологічності, а й збільшення ефективності експлуатації всього парку автомобілів, оскільки набагато спрощує та здешевлює ТО і ремонт, зменшує номенклатуру запасних частин на складах АТП і скорочує кількість видів потрібного контрольно-діагностичного устаткування.

Така якість конструкції, як рівень уніфікації її складових частин, є важливим фактором підвищення ефективності експлуатації тільки в тому разі, коли високого рівня уніфікації досягають за рахунок деталей і вузлів автомобіля, низької трудомісткості при ТО і ремонті. На жаль, тепер усі стандартизовані показники рівня уніфікації виробів машинобудування цей фактор не враховують.

Досить високий рівень внутрішньозаводської уніфікації сім'ї автомобілів (75...90 %) при низькому рівні міжзаводської уніфікації автомобілів (6...12 %) не дає змоги досягти високого рівня технологічної сумісності парку автомобілів, який забезпечує значну економію матеріальних і трудових ресурсів у сфері експлуатації. Підвищення рівня технологічної сумісності автомобілів на 1 % за рахунок уніфікації конструкції і відповідного вдосконалення технологічних засобів ТО і ремонту дає змогу знизити сумарні витрати на 0,2 %.

До експлуатаційних факторів належать: форми організації виконання ТО і ремонту, стан виробничо-технічної бази, кваліфікація виконавців робіт на ТО і ремонті, повнота задоволення вимог у запасних частинах і матеріалах, комплектність і якість технічної документації тощо.

Для оцінки експлуатаційної технологічності автомобілів застосовують основні (узагальнені) і додаткові (одиничні) показники. Це пояснюється тим, що повноту обліку великої кількості найрізноманітніших факторів, які визначають експлуатаційну технологічність автомобіля, важко оцінити якимсь одним показником.

До основних (узагальнених) показників належать: *періодичність ТО*, *питома оперативна трудомісткість ТО*, *питома оперативна трудомісткість поточного ремонту (ПР)*. Числові значення основних показників підлягають включенню до технічних завдань на розробку і наступний контроль у процесі конструювання виробу ще до передачі його у виробництво.

Одиничні показники характеризують окремі властивості конструкції автомобіля. Вони виражаються у вигляді безрозмірних коефіцієнтів, що змінюються в межах від нуля до одиниці. Вважають, що конструкція цілком відповідає поставленим вимогам до тієї чи іншої її властивості, якщо коефіцієнт, який характеризує цю властивість, дорівнює (або близький) одиниці. Номенклатура одиничних показників вибирається, передусім, з урахуванням доступності, легкознімності, взаємозамінності, контролепридатності, наступності та ін.

Для визначення показників експлуатаційної технологічності автомобіля треба мати такі відомості: про діючі ресурси автомобіля та його елементів; види, періодичність і трудомісткість окремих видів обслуговування та ремонту автомобілів; час, потрібний для заміни агрегатів, і ступінь взаємозамінності агрегатів автомобіля; витрати на запасні частини і матеріали при ТО і ремонті автомобіля; перелік елементів автомобіля, що підлягають періодичному контролю при експлуатації з демонтажем і без демонтажу, потрібну контрольну-вимірювальну апаратуру та ін.

До додаткових (одиничних) показників належать: *показники експлуатаційної технологічності на ТО і ПР*; *рівні експлуатаційної технологічності на ТО і ПР*; *коефіцієнти пристосованості до ТО і ПР*; *питома кількість операцій при ТО за видами робіт*; *кількість марок застосовуваних паливно-мастильних матеріалів і технічних рідин*; *коефіцієнт застосовуваності інструменту*. Розглянуті показники не є вичерпними. Порядок розрахунку показників експлуатаційної технологічності наведений у спеціальній літературі.

## 2.4. Показники надійності

Для оцінки надійності автомобіля застосовують кількісні показники: одиничний і комплексний. *Одиничний* показник надійності кількісно характеризує тільки одну властивість надійності об'єкта (наприклад, безвідказність), а *комплексний* — не менше двох її основних складових (наприклад, безвідказність і ремонтопридатність).

Показники надійності вибирають і нормують на основі стандартів та керівних документів.

Рекомендації щодо вибору функцій розподілів наведені в дод. 2. Для основних законів розподілу показники надійності обчислюють за відповідним виразом дод. 3. Використовувані в дод. 3 значення

$$e^{-x}, e^{-xb}, \Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-z^2/2} dz; \quad f_0(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-x^2/2}, \ln x$$

табульовані в дод. 4. Розглянемо основні положення деяких показників.

**Показники безвідказності.** Їх оцінюють теоретичними (точними) і статистичними (наближеними) рівняннями для регламентованих умов експлуатації, ТО, ремонту, зберігання і транспортування. Неминучі коливання якості матеріалів виробничих факторів та умов експлуатації призводять до різних проявів показників, які характеризують надійність автомобіля. Внаслідок цього показники безвідказності розглядають як імовірнісні статистичні величини, що ґрунтуються на достатній інформації.

Безвідказність об'єкта оцінюють такими показниками: ймовірністю безвідказної роботи, середнім напрацюванням до відказу, гамма-відсотковим напрацюванням до відказу, середнім напрацюванням на відказ, інтенсивністю відказів, параметром потоку відказів.

*Ймовірність безвідказної роботи* полягає в тому, що в межах заданого напрацювання відказ об'єкта не виникає. Для режимів зберігання і (або) транспортування можна застосовувати аналогічно визначені показники безвідказності, наприклад ймовірність безвідказного зберігання (транспортування) і т. п.

Конкретне кількісне значення ймовірності безвідказної роботи має певний зміст лише тоді, коли воно поставлене у відповідність із заданим напрацюванням, протягом якого може виникнути відказ. Ймовірність безвідказної роботи визначається, виходячи з припущення, що в початковий момент часу обчислення заданого напрацювання об'єкт був роботоздатним.

В інтервалі від 0 до  $l_0$  ймовірність безвідказної роботи

$$P(l_0) = f - F(l_0),$$

де  $F(l_0)$  — функція розподілу напрацювання до відказу.

Крім поняття «ймовірність безвідказної роботи» можна ввести поняття «ймовірність відказу», визначивши його як ймовірність того, що об'єкт відкаже хоча б один раз протягом заданого часу роботи як роботоздатний у початковий момент часу. В інтервалі від 0 до  $l_0$  ймовірність відказу

$$Q(l_0) = F(l_0) = 1 - P(l_0).$$

*Середнє напрацювання до відказу* — математичне сподівання напрацювання об'єкта до першого відказу. Середнє напрацювання до відказу визначають за формулою

$$l = \int_0^{\infty} l f(l) dl = \int_0^{\infty} l dF(l) = \int_0^{\infty} [1 - F(l)] dl,$$

де  $f(l)$  — щільність розподілу напрацювання до відказу;  $F(l)$  — функція розподілу напрацювання до відказу.

*Гамма-відсоткове напрацювання до відказу* — напрацювання, протягом якого відказ об'єкта не виникає з імовірністю  $\gamma$ , вираженою у відсотках. Показник гамма-відсоткового напрацювання до відказу визначають із рівняння

$$1 - F(l_\gamma) = 1 - \int_0^{l_\gamma} f(l) dl = \frac{\gamma}{100},$$

де  $l_\gamma$  — гамма-відсоткове напрацювання до відказу.

При  $\gamma = 100\%$  величина  $l_\gamma$  називається установленим безвідказним напрацюванням, при  $\gamma = 50\%$  — медіанним напрацюванням.

*Середнє напрацювання на відказ* — відношення напрацювання відновлюваного об'єкта до математичного сподівання кількості його відказів протягом цього напрацювання.

Термін «середнє напрацювання на відказ» означає напрацювання відновлюваного об'єкта, що припадає в середньому на один відказ у розглядуваному інтервалі сумарного напрацювання або певної тривалості експлуатації.

*Інтенсивність відказу* — умовна щільність імовірності виникнення відказу невідновлюваного об'єкта, що визначається для розглядуваного моменту часу за умови, що до цього моменту відказ не виник.

Інтенсивність відказів  $\lambda(l)$  визначають за формулою

$$\lambda(l) = \frac{f(l)}{P(l)} = -\frac{1}{P(l)} \frac{d}{dl} P(l) = \frac{1}{1 - F(l)} \frac{d}{dl} F(l).$$

Інтенсивність відказів не є щільністю розподілу випадкової величини, оскільки не має потрібних властивостей щільності розподілу:

$$\int_0^{\infty} \lambda(l) dl \neq 1.$$

*Параметр потоку відказів* — відношення середньої кількості відказів відновлюваного об'єкта за довільно мале його напрацювання до параметра цього напрацювання.

Параметр потоку відказів використовують як показник безвідказності відновлюваних об'єктів, експлуатація яких може бути описана таким чином: у початковий момент часу об'єкт починає роботу і працює до відказу, після відказу відновлюється роботоздатність



Таблиця 2.1

| Показник  | Розрахункова формула  | Умовні позначення   |
|---|---|---|
| Імовірність безвідказної роботи $P(t)$  | $P(t) = (N_0 - \sum n_i) / N_0$                             | $N_0$ — кількість елементів автомобіля на початок експерименту; $\sum n_i$ — сумарна кількість елементів автомобіля, що мали відкази за пробіг $t$  |
| Інтенсивність відказів $\lambda(t)$   | $\lambda(t) = \frac{N(t) - N(t + \Delta t)}{\Delta t N(t)}$ | $N(t)$ — кількість робоздатних елементів автомобіля під час пробігу $t$ ; $N(t + \Delta t)$ — кількість робоздатних елементів автомобіля під час пробігу $(t + \Delta t)$ ; $\Delta t$ — достатньо малий інтервал пробігу |
| Середнє напрацювання до відказу $\bar{l}_1$   | $\bar{l}_1 = \frac{1}{N_0} \sum_{i=1}^{N_0} l_i$            | $l$ — напрацювання $i$ -го елемента до відказу  |
| Середнє напрацювання на відказ $\bar{l}_2$  | $\bar{l}_2 = (\sum N_i l_i) / n = L / n$                    | $N_i$ — кількість випробуваних елементів автомобіля; $l_i$ — напрацювання $i$ -го елемента на відказ; $n$ — сумарна кількість відказів елементів автомобіля за пробіг $L$   |
| Параметр потоку відказів $\omega(t)$  | $\omega(t) = \frac{\Delta n_i}{N_0^B \Delta t_i}$           | $\Delta n_i$ — кількість відказів за одиницю часу (пробігу) $\Delta t_i$ ; $N_0^B$ — кількість випробуваних елементів автомобіля  |
| Параметр потоку відновлення $\beta(t)$  | $\beta(t) = \frac{m}{n \Delta t}$                           | $m$ — кількість відремонтованих агрегатів автомобілів; $n$ — кількість агрегатів, що підлягають ремонту в інтервалі $\Delta t$  |
| Імовірність справного стану $P(t)$ з урахуванням відновлення при $t \rightarrow \infty$ | $P(t) \rightarrow K_r$                                      | $K_r$ — коефіцієнт готовності   |

і об'єкт знову працює до відказу і т. д. (при цьому час відновлення не враховують).

Для таких об'єктів моменти відказів на осі сумарного напрацювання, або на осі неперервного часу, утворюють потік відказів. Як характеристику потоку відказів використовують функцію  $\Omega(t)$  цього потоку — математичне сподівання відказів за пробіг  $t$ :

$$\Omega(t) = M[r(t)],$$

де  $M$  — математичне сподівання;  $r(t)$  — кількість відказів за пробіг  $t$ .

Параметр потоку відказів  $\omega(l)$  характеризує середню кількість відказів, очікуваних у малому інтервалі пробігу:

$$\omega(l) = \Omega(l) = \lim_{\Delta l \rightarrow 0} \frac{M[r(l + \Delta l)] - M[r(l)]}{\Delta l}.$$

Параметр потоку відказів пов'язаний із провідною функцією співвідношенням

$$\Omega(l) = \int_0^l \omega(x) dx.$$

Рівняння для визначення показників безвідказності в статистичній формі наведені в табл. 2.1.

Розглянемо деякі приклади визначення показників безвідказності в статистичній формі.

**Приклад 1.** На випробуванні було 10 елементів автомобіля. В інтервалі 10 тис. км відказали 3 елементи. Визначити ймовірність безвідказної роботи елементів автомобіля.

Розв'язання:

$$P(l) = (N_0 - \sum n_i) / N_0 = (10 - 3) / 10 = 0,70.$$

**Приклад 2.** На момент пробігу автомобіля 10 тис. км було на випробуванні 10 елементів автомобіля. Через 5 тис. км залишилось 6 справних елементів автомобіля. Визначити інтенсивність потоку відказів автомобіля в інтервалі пробігу 5 тис. км після 10 тис. км пробігу автомобіля.

Розв'язання:

$$\lambda(l) = [N(l) - N(l + \Delta l)] / [N(l) \Delta l] = (10 - 6) / (10 \cdot 5000) = 4 / 50\,000 = 0,8 \cdot 10^{-4}.$$

**Приклад 3.** На випробуванні було 10 елементів автомобіля. Вони вийшли з ладу на таких пробігах, тис. км: 5; 4; 3; 10; 11; 15; 7; 8; 9; 5. Визначити середнє напрацювання до відказу елемента автомобіля.

Розв'язання:

$$l_1 = \frac{1}{N_0} \sum_{i=1}^{N_0} l_i = \frac{1}{10} (5 + 4 + 3 + 10 + 11 + 15 + 7 + 8 + 9 + 5) = \frac{77}{10} = 7,7 \text{ тис. км.}$$

**Приклад 4.** На випробуванні було 5 елементів автомобіля. Протягом 3 тис. км пробігу відказали 2 елементи. Визначити параметр потоку відказів в інтервалі пробігу 3 тис. км.

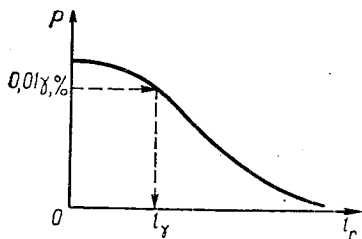
Розв'язання:

$$\omega(l) = \Delta n_i / (N_i \Delta l_i) = 2 / (5 \cdot 3000) = 2 / (15 \cdot 10^{-3}).$$

**Приклад 5.** На випробуванні було 3 елементи автомобіля. Перший елемент вийшов із ладу на пробізі 5 тис. км, потім відновлений і знову відказав на пробізі 3 тис. км, віновлений знову. Другий елемент відказав на пробізі 9 тис. км, потім відновлений. Третій відказав на пробізі 11 тис. км, відновлений, і автомобіль працював далі. Визначити середнє напрацювання на відказ елементів автомобіля.

Розв'язання:

$$l_2 = (\sum l_i N_i) / n = (5 \cdot 1 + 3 \cdot 1 + 9 \cdot 1 + 11 \cdot 1) / 4 = 4,5 \text{ тис. км.}$$



Фиг. 2.2. Визначення гамма-відсоткового ресурсу:

$P(t_n)$  — ймовірність недосягнення граничного стану;  $\gamma$  — задана ймовірність;  $t_\gamma$  — гамма-відсотковий ресурс;  $t_T$  — напрацювання до граничного стану

**Показники довговічності.** *Середній ресурс* — математичне сподівання ресурсу\*.

*Гамма-відсотковий ресурс* — напрацювання, протягом якого об'єкт не досягає граничного стану з заданою ймовірністю  $\gamma$  (%). Гамма-відсотковий ресурс  $L_\gamma$  легко визначити за кривою залежності ймовірності недосягнення граничного стану від величини напрацювання до граничного стану (рис. 2.2).

*Призначений ресурс* — сумарне напрацювання об'єкта, при досягненні якого застосування за призначенням має бути припинене.

*Середній термін служби* — математичне сподівання терміну служби\*\*.

*Гамма-відсотковий термін служби* — календарна тривалість від початку експлуатації об'єкта, протягом якої він не досягне граничного стану з заданою ймовірністю  $\gamma$  (%).

*Призначений термін служби* — календарна тривалість експлуатації об'єкта, при досягненні якої застосування за призначенням має бути припинене.

У термінології показників довговічності треба зазначати вид дій після настання граничного стану об'єкта (наприклад, середній ресурс до капітального ремонту і т. д.). Якщо граничний стан обумовлює остаточне зняття об'єкта з експлуатації, то показники довговічності називають повним середнім ресурсом (терміном служби). До повного терміну служби належать тривалості усіх видів ремонту об'єкта.

Мета встановлення призначених ресурсів терміну служби — забезпечити примусове завчасне припинення застосування об'єкта за призначенням, виходячи з вимог безпеки або економічного аналізу. Якщо об'єкт досяг призначеного ресурсу (призначеного терміну служби) залежно від його призначення, особливості експлуатації, технічного стану та інших факторів, то він може бути списаний, направлений у капітальний ремонт і т. д.

**Показники ремонтпридатності.** Ймовірність відновлення роботоздатного стану — ймовірність того, що час відновлення роботоздатного стану об'єкта не перевищить заданого.

\* Технічний ресурс — напрацювання об'єкта від початку його експлуатації або її відновлення після ремонту певного виду до переходу в граничний стан.

\*\* Термін служби — календарна тривалість від початку експлуатації об'єкта або її відновлення після ремонту певного виду до переходу в граничний стан.

Імовірність відновлення роботоздатного стану — це функція розподілу часу відновлення при  $t_q = T_3$ , де  $T_3$  — заданий час відновлення.

*Середній час відновлення роботоздатного стану* — математичне сподівання часу відновлення роботоздатного стану.

Середній час відновлення  $\bar{t}_q$  визначають за формулою

$$\bar{t}_q = \int_0^{\infty} t f_q(t) dt = \int_0^{\infty} t dF_q(t) = \int_0^{\infty} [1 - F_q(t)] dt,$$

де  $f_q(t)$  — щільність розподілу часу відновлення;  $F_q(t)$  — функція розподілу часу відновлення.

**Показники збережності.** Середній термін збережності — математичне сподівання строку збережності. Гамма-відсоткового терміну збережності об'єкт досягає з заданою ймовірністю  $v$  (%).

**Комплексні показники надійності.** *Коефіцієнт готовності* — ймовірність того, що об'єкт виявиться в роботоздатному стані в довільний момент часу, крім планованих періодів, протягом яких застосування об'єкта за призначенням не передбачається.

Коефіцієнт готовності можна визначити з виразу

$$K_F = t_{\text{нап}} / (t_{\text{нап}} + t_{\text{рем}}),$$

де  $t_{\text{нап}}$  — сумарне напрацювання усіх об'єктів, год;  $t_{\text{рем}}$  — сумарний час простоїв через позапланові ремонти, тобто час на відновлення роботоздатності, год.

Коефіцієнт готовності характеризується готовністю об'єкта до застосування за призначенням тільки у відношенні його роботоздатності і, отже, означає ймовірність застати об'єкт у роботоздатному стані в довільний момент часу, причому цей момент часу не може бути вибраний у тих інтервалах, де застосування об'єкта виключене.

*Коефіцієнт оперативної готовності* — ймовірність того, що об'єкт виявиться в роботоздатному стані у довільний момент часу, крім планованих періодів, протягом яких застосування об'єкта за призначенням не передбачається, і, починаючи з цього моменту, працюватиме безвідказно протягом заданого інтервалу часу.

Коефіцієнт оперативної готовності характеризує надійність об'єктів, потреба застосування яких виникає в довільний момент часу, після чого потрібна певна безвідказна робота. До цього моменту такі об'єкти можуть бути як у режимі чергування (при повних або полегшених навантаженнях, але без виконання заданих робочих функцій), так і в режимі застосування — для виконання інших робочих функцій (завдань, робіт тощо). В обох режимах можуть виникнути відкази, а потім відновитись роботоздатність об'єкта.

*Коефіцієнт технічного використання* — відношення математичного сподівання інтервалів часу перебування об'єкта в роботоздат-

ному стані за якийсь період експлуатації до суми математичних сподівань інтервалів часу перебування об'єкта в роботоздатному стані, простоях, обумовлених ТО, і в ремонтах за той самий період експлуатації.

Коефіцієнт технічного використання характеризує частку часу перебування об'єкта в роботоздатному стані відносно розглядуваної тривалості експлуатації. Період експлуатації, для якого визначається коефіцієнт технічного використання, повинен мати всі види ТО і ремонтів. Коефіцієнт технічного використання враховує витрати часу на планові і непланові ремонти.

Коефіцієнт технічного використання визначають із виразу

$$K_{т.в} = t_{\text{нап}} / (t_{\text{нап}} + t_{\text{рем}} + t_{\text{ТО}}),$$

де  $t_{\text{ТО}}$  — сумарний час простоїв через ТО.

*Коефіцієнт планового застосування* — частка періоду експлуатації, протягом якої об'єкт не повинен бути на плановому ТО і в ремонті. Коефіцієнт планового застосування — відношення різниці заданої тривалості експлуатації і математичного сподівання сумарної тривалості планових ТО і ремонтів за той самий період експлуатації до значення цього періоду.

*Коефіцієнт збереження ефективності* — відношення показника ефективності за певну тривалість експлуатації до номінального значення цього показника, обчисленого за умови, що відкази об'єкта протягом цього періоду експлуатації не виникають.

*Коефіцієнт збереження ефективності* характеризує ступінь впливу відказів елементів на ефективність його застосування за призначенням. При цьому під ефективністю застосування об'єкта за призначенням розуміють його властивість створювати якийсь корисний результат (вихідний ефект) протягом періоду експлуатації за певних умов.

Ефективність як властивість характеризується відповідними показниками. Показник ефективності — це показник якості, що характеризує виконання об'єктом його функцій. В ідеальному випадку об'єкт виконує свої функції (створює певний вихідний ефект), коли немає відказів. Реальний вихідний ефект визначають із урахуванням реальної надійності об'єкта.

Застосовують і інші показники надійності: об'єднану питому тривалість (трудомісткість) ТО і ремонтів, питому сумарну тривалість (трудомісткість) ТО і ремонтів, питомий сумарний час відновлення роботоздатного стану, питому сумарну трудомісткість відновлення роботоздатного стану та ін.

*Питома сумарна тривалість* (трудомісткість) ТО (ремонтів) — відношення математичного сподівання тривалості (трудомісткості) ТО (ремонтів) за якийсь період експлуатації до математичного сподівання напрацювання за той самий період.

*Питома сумарна трудомісткість* відновлення роботоздатного стану (питома трудомісткість відновлення) — відношення математичного сподівання сумарної трудомісткості непланових поточних ремонтів за якийсь період експлуатації до математичного сподівання напрацювання за той самий період.

*Питомий сумарний час відновлення* роботоздатного стану (питомий час відновлень) — відношення математичного сподівання сумарної тривалості непланових поточних ремонтів за якийсь період експлуатації до математичного сподівання напрацювання за той самий період.

Для структурного аналізу надійності автомобіля (агрегата) зручно застосовувати коефіцієнт відказів

$$K_{\text{відк}} = n_{\text{відк}} / \Sigma n_a,$$

або відсоток відказів

$$K_{\text{відк}} = 100K_{\text{відк}},$$

де  $n_{\text{відк}}$  — кількість відказів за встановлений пробіг по агрегату, деталі;  $\Sigma n_a$  — сумарна кількість відказів по всьому автомобілю (агрегату) за пробіг  $L$ .

**Приклад.** Усього по автомобілю було 1000 відказів, у тому числі по двигуну — 600. Визначити коефіцієнт відказів двигуна.

**Розв'язання:**

$$K_{\text{дв}} = n_{\text{дв}} / \Sigma n_{\text{авт}} = 600 / 1000 = 0,6,$$

або

$$K_{\text{дв}} = 100K_{\text{дв}} = 100 \cdot 3/5 = 60 \%.$$

Основним техніко-економічним показником надійності є *питома вартість ТО і ремонту* за задане напрацювання, якщо автомобіль не був (не є) в капітальному ремонті.

Таким чином, надійність автомобіля закладається при його проектуванні і доведенні дослідного зразка, забезпечується в процесі серійного або масового виробництва і як одна з найважливіших експлуатаційних властивостей проявляється і підтримується в процесі експлуатації.

**Економіка надійності автомобіля.** Заходи, спрямовані на підвищення надійності автомобіля, позначаються на експлуатаційних витратах. Тому треба порівняти «ціну надійності», що впливає на ціну автомобіля, з економією експлуатації.

*Ціна надійності* — сума витрат заводу-виготовлювача, спеціально призначених для підвищення надійності автомобіля до заданого рівня. Ці витрати можуть бути капітальними і поточними. *Капітальні витрати* потрібні в тому разі, коли підвищення надійності можна досягти тільки в результаті збільшення витрат на основні фонди, *поточні витрати* — для придбання високоякісних матеріалів і комплектуючих виробів, для оплати праці робітників і т. д.

Економія в експлуатації зумовлена скороченням витрат на ремонт і ТО. Хоч надійніший автомобіль може коштувати дорожче, його застосування виявиться вигідним в експлуатації, якщо різниця річних зведених витрат

$$(S_0 + E_n K_0) - (S_1 + E_n K_1) > 0,$$

де  $S_0, S_1$  — річні поточні витрати експлуатації до і після підвищення надійності автомобіля відповідно;  $K_0, K_1$  — капіталовкладення в старий і новий автомобіль (надійніший) відповідно;  $E_n$  — нормативний коефіцієнт економічної ефективності.

## 2.5. Моделі відказів автомобіля

Результати випробувань автомобілів на надійність дають змогу знайти математичний опис добутих закономірностей, тобто вивести відповідні формули, за якими можна обчислити показники надійності. Ці формули прийнято називати математичними моделями. Оскільки показники надійності є випадковими величинами, їхні математичні моделі мають показати, як розподіляються показники надійності залежно від напрацювання. Такими моделями є закони розподілу випадкових величин.

З урахуванням того, що відкази автомобіля мають випадковий характер, закономірності виникнення відказів можна визначити на базі теорії надійності двома способами.

*Перший спосіб* ґрунтується на вивченні фізико-хімічних властивостей і параметрів елементів автомобіля, фізико-хімічних процесів, що відбуваються в них, фізичної природи та механізму відказів. При цьому поточні стани елементів і систем описуються рівняннями, які відображують фізичні закономірності.

*Другий спосіб* передбачає вивчення статистичних імовірностей появи відказів багатьох однотипних моделей автомобілів. При цьому відкази розглядають як якісь абстрактні випадкові події, а різноманітні фізичні стани елементів автомобіля зводяться до двох станів — справності й несправності (повної або часткової), які описуються функціями надійності. Оскільки перший спосіб вивчений поки що недостатньо, розглянемо другий, який визначає закономірності виникнення відказів автомобіля.

**Раптові відкази.** Зміна навантаження (напруження) окремих деталей автомобіля в процесі експлуатації має «піковий» характер (рис. 2.3). Якщо припустити, що відказ елемента автомобіля настає тоді, коли наван-

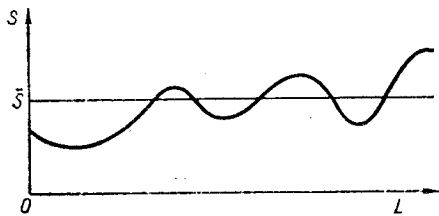


Рис. 2.3. Зміна навантаження деталей автомобіля під час його руху

таження  $S$  перевищує якийсь рівень  $\bar{S}$ , то внаслідок випадковості зміни навантаження момент відказу також випадковий. Характерно, що відказ настає незалежно від часу перебування елемента автомобіля в експлуатації і технічного стану. Прикладом утворення такого відказу можуть бути злом зуб'їв шестерень головної передачі під час руху автомобіля в умовах бездоріжжя, прокол шини автомобіля. У першому випадку відказ може статись внаслідок «пікового» навантаження на головну передачу, яке перевищує допустимі границі, а в другому — внаслідок потрапляння гострого предмета. В обох випадках відказ не залежить ні від спрацьованості головної передачі і шини, ні від технічного стану автомобіля в цілому. Для схеми миттєвих пошкоджень напрацювання на відказ підлягає експоненціальному розподілу (табл. 2.2).

При експоненціальному розподілі напрацювання на відказ немає рації застосовувати профілактичні роботи. Справді, оскільки відказ виникає лише як наслідок зовнішньої дії, профілактичні роботи не можуть вплинути на причину відказу. Єдиний шлях підвищення надійності в цьому разі полягає або в конструктивному поліпшенні автомобіля чи його елемента, або в зниженні діючих навантажень. Взагалі цей розподіл часто використовують при розгляді раптових відказів у тих випадках, коли явища спрацьовування і старіння так слабо виражені, що ними можна знехтувати.



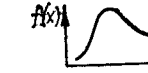
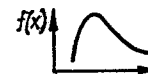
**Поступові відкази.** Розглядувана схема відповідає ситуації, коли відказ виникає внаслідок поступового нагромадження пошкоджень (поступового старіння або спрацьовування). Для деяких робочих параметрів автомобіля та його елементів заздалегідь визначають допустимі границі, вихід за які кваліфікується як відказ. Зміна параметрів спричинена старінням деталей, і час (пробіг) до виходу параметрів за допустиму границю є часом (пробігом) безвідказної роботи. Наприклад, поломка корінного листа ресори може статись в результаті поступового нагромадження пошкоджень від втомлення без появи якихось зовнішніх ознак.

У разі поступового старіння і спрацьовування напрацювання на відказ елементів автомобіля здебільшого підлягає нормальному і логарифмічно-нормальному розподілу. В окремих випадках вона підлягає гамма-розподілу. Основні дані про ці розподіли наведені в табл. 2.2.

**Модель релаксації.** Стрибокподібну зміну стану, що виникає як наслідок нагромадження пошкоджень, називають *релаксацією*. Поступове нагромадження пошкоджень може бути не прямою, а лише посередньою причиною відказу. Прикладом такої схеми є руйнування деталей, що виникло раптово внаслідок різкого погіршення умов експлуатації — перевантаження, великі вібрації, екстремальні температурні умови та ін. Поступове нагромадження пошкоджень від утомлення без появи якихось зовнішніх ознак у ресорі автомобіля внаслідок

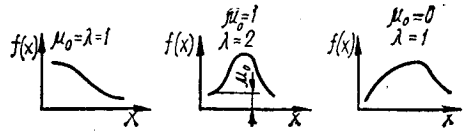


Таблиця 2.2

| Відкази автомобіля | Закон розподілу         | Щільність імовірності   | Доцільність застосування профілактики   |     |
|--------------------|-------------------------|---|---|-----|
| Раптові            | Експоненціальний        | $\frac{1}{x} \exp \left[ -\frac{x}{x} \right]$  |  | Ні  |
| Поступові          | Нормальний              | $\frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}}$                       |  | Так |
|                    | Логарифмічно-нормальний | $\frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left[ -\frac{(\ln x - \bar{x})^2}{2\sigma^2} \right]$ |  | ,   |
|                    | Гамма-розподіл          | $\frac{1}{2^T (T-1)!} \times$ $\times x^{T-1} \exp \left( -\frac{x}{2} \right)$           |  | ,   |

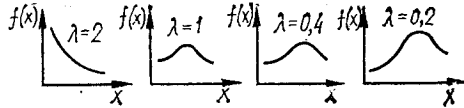
У результаті взаємодії «пікових» навантажень та процесу спрацьовування і тертя (модель релаксації) Релаксаційний розподіл

$$[\mu_0 + \lambda (1 - e^{-\mu x})] \times \exp \frac{\lambda}{\mu} (1 - e^{-\mu x}) - (\lambda + \mu_0)x$$



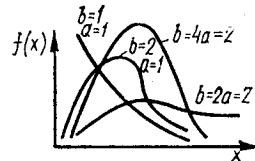
Мінімум експоненціально і нормально розподіленої величини

$$E^{-\lambda x} \left[ \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \times E \frac{-(x-c)^2}{2\sigma^2} + \lambda \left( 1 - \Phi \frac{x-c}{\sqrt{2\sigma^2}} \right) \right]$$



В результаті дії кількох незалежних причин Вейбулла

$$\frac{b}{a} \left( \frac{x}{a} \right)^{b-1} \exp \left[ - \left( \frac{x}{a} \right)^b \right]$$



несприятливих зовнішніх умов (перевантаження автомобіля або рух по дорозі з нерівним покриттям при підвищеній швидкості) призводить до поломки корінного листа. На відміну від схеми пошкоджень, що нагромаджуються, тут не визначається допустимої границі для робочих параметрів: нагромадження пошкоджень призводить тільки до зростання ймовірності відказу.

Для цього прикладу характерне поєднання поступового нагромадження пошкоджень із стрибкоподібною зміною стану об'єкта. Модель виникнення відказів елементів автомобіля в разі релаксації в якомусь розумінні загальніша, ніж модель миттєвого пошкодження (раптових відказів) і модель із нагромадженням пошкоджень (поступових відказів). Для випадку релаксації (див. табл. 2.2) модель відказу має ознаки, подібні до моделей раптового пошкодження (стрибкоподібна зміна стану) і нагромадження пошкоджень (поступове збільшення, нагромадження пошкоджень із зростанням імовірності відказу). У складніших випадках відказ виникає в результаті не однієї, а багатьох релаксацій. Істотним для процесу пошкодження з релаксацією є те, що параметр автомобіля або його елементів, які впливають на ймовірність відказу, змінюється недетерміновано, випадково.

**Відкази в результаті дії кількох незалежних причин.** Такі відкази в практиці експлуатації автомобілів найтипівіші. Стосовно шини автомобіля цілком очевидно, що одночасно діють дві причини відказу: прокол шини внаслідок потрапляння гострих предметів і поступове спрацювання протектора. Аналогічна справа з відказами шестерень, кріпильних з'єднань та інших деталей автомобіля. Їхній відказ можливий в результаті поступового старіння або конструктивної недосконалої.

Часто буває, що серед багатьох причин відказів переважають одна-дві. Вплив решти таких незначний, що відказів із їхньої вини практично не буває. При дослідженні надійності автомобілів передусім виявляють переважаючі причини відказів і тільки потім, якщо це потрібно, враховують вплив решти. Якщо ж одночасно діє багато причин приблизно однакового впливу, то їхня сукупна дія може бути умовно замінена дією однієї, яка є еквівалентом усіх багатьох причин. При розгляді моделі релаксації дія спрацювання позначалась у поступовому зниженні гранично допустимого рівня навантаження, а перевищення цього рівня «підком» навантаження призводило до відказу. Отже, у цьому випадку спрацювання і миттєве пошкодження, що призводить до відказу, залежать від граничного навантаження.

Розглянемо випадки, де спрацювання і відкази внаслідок «пикових» навантажень не пов'язані одне з одним. Прикладом можуть бути прилади електроустаткування та інші агрегати автомобіля. Поступове спрацювання таких агрегатів не призводить до зниження їхньої стійкості проти перевантажень. Це пояснюється тим, що силові час-

тини приладів, механізмів, агрегатів, які сприймають перевантаження, практично не спрацьовуються. Однак спрацьовування може спричинити порушення роботоздатності внаслідок виходу робочої характеристики за допустимі границі. У свою чергу, перевантаження можуть спричинити відказ, якщо вони перевищать розрахункові границі. Таким чином, «пікові» навантаження, що виступають тут у вигляді перевантажень, і спрацьовування, яке впливає на робочу характеристику, діють паралельно, але ізольовано одні від одних. Якщо середній час  $1/\lambda$  до відказу внаслідок миттєвого пошкодження менший від середнього часу  $c$  до появи відказу внаслідок спрацьовування, то крива щільності нагадує експоненціальну функцію  $\lambda = 2$ . При зворотній ситуації  $c < 1/\lambda$  щільність має явно виражений горб і нагадує нормальний розподіл.

У практиці експлуатації автомобіля дуже часто відказ будь-якого з елементів розглядається як відказ усієї системи. У цих випадках відкази описуються розподілом Вейбулла. Невелика різниця в розподілах напрацювання на відказ елементів дає змогу використовувати розподіл Вейбулла для опису напрацювання на відказ автомобіля та його агрегатів. Так, якщо кожен із елементів має гамма-розподіл напрацювання на відказ, але параметри цих розподілів при переході від елемента до елемента трохи коливаються, то при досить значній кількості елементів розподіл напрацювання добре апроксимується розподілом Вейбулла. Крім того, в автомобілі є багато пристроїв, які мають значну кількість однакових або близьких за конструкцією елементів, що перебувають приблизно в однакових експлуатаційних умовах. Наприклад, двигун має кілька циліндрів, поршнів. У таких випадках відкази по двигуну описують розподілом Вейбулла.

Слід пам'ятати, що не завжди вдається врахувати усі фактори, які впливають на відказ. Тому модель виникнення відказу виявляється тією чи іншою мірою наближеною і прийнятий закон розподілу відображує тільки деякі риси спостережуваного явища. Це змушує враховувати конкретні потреби завдання, яке розв'язують, паралельно з фізичною природою відказів автомобіля.

## **2.6. Визначення періодичності технічного обслуговування автомобілів**

**Загальні положення.** Найважливіша умова підтримування заданого рівня надійності автомобілів в умовах експлуатації — призначення оптимальних режимів їхнього ТО: періодичності, переліку й трудомісткості операцій або виду обслуговування.

*Під оптимальним треба розуміти такий режим, який забезпечує надійну роботу автомобіля та його елементів при мінімальних затратах коштів на ТО і ремонті.*

Проблема оптимізації ТО дуже складна і її можна розглядати в різних аспектах. Проте при будь-якому її розв'язуванні треба враховувати надійність і готовність автомобілів, вплив на них профілактичних робіт. Розв'язуванню цієї проблеми присвячено багато досліджень, виконаних науково-дослідними і навчальними закладами, а також автомобільними заводами і автотранспортними підприємствами. Вони покладені в основу діючої системи ТО і ремонту автомобілів у нашій країні.

До складу профілактичних робіт входять контрольно-діагностичні, кріпильні, регульовальні, електротехнічні, мастильні та інші роботи. Контрольно-діагностичні роботи виконуються в обов'язковому порядку через певний пробір, а всі інші — після контрольно-діагностичних робіт (за потребою). Таким чином, періодичність ТО автомобілів, яка є основним питанням при обґрунтуванні режимів профілактики, визначається періодичністю контрольно-діагностичних робіт.

Проблема періодичності контрольно-діагностичних робіт не може бути розв'язана у відриві від надійності окремих вузлів і агрегатів автомобіля в конкретних умовах експлуатації у зв'язку з випадковим характером виникнення його відказів.

За час експлуатації автомобіля спостерігається три характерних періоди: *припрацювання, нормальна експлуатація, інтенсивне спрацьовування*, які можна наближено

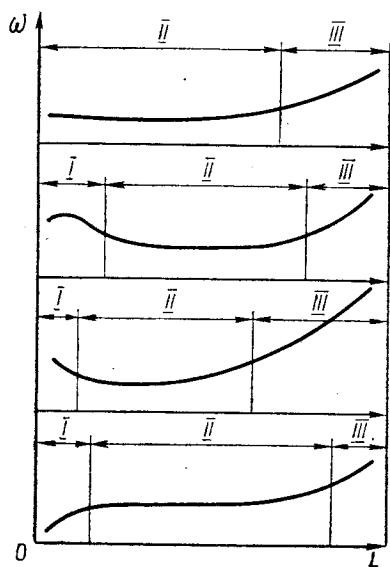


Рис. 2.4. Закономірності зміни параметра потоку відказів автомобілів:

I...III — періоди припрацювання, нормальної експлуатації та інтенсивного спрацьовування і старіння відповідно

знайти за закономірністю зміни параметра потоку відказів (рис. 2.4). На етапі припрацювання виникають відкази, спричинені технологічними і конструктивними недоліками. Період нормальної експлуатації найбільш тривалий і характеризується в основному раптовими відказами. Період інтенсивного спрацьовування характеризується відказами, спричиненими спрацьовуванням деталей автомобіля. Крім тривалості і причин виникнення відказів, ці періоди характеризуються також різними значеннями параметра потоку відказів, що мають найбільше і нерівномірне значення в період інтенсивного спрацьовування. Треба зазначити також і те, що надійність різних агрегатів автомобіля неоднакова. Таким чином, періодичність ТО автомобіля має визначатись для кожного агрегату й окремо для кожного періоду його експлуатації.

Як критерії для визначення оптимальної періодичності контрольно-діагностичних робіт можуть бути використані такі характеристики експлуатаційної надійності автомобілів: імовірність безвідказної роботи і справного стану (з урахуванням відновлення), параметр потоку відказів, середнє напруження на відказ та ін. Це пояснюється тим, що вони охоплюють багато конструктивно-технологічних і експлуатаційних факторів і, отже, досить повно характеризують надійність автомобіля в заданих умовах експлуатації.

При обґрунтуванні режимів ТО автомобілів застосовують і інші методи визначення періодичності ТО автомобілів: за зміною зовнішнього вигляду автомобіля та його елементів; потребою гарантування безпеки руху; найбільшою продуктивністю рухомого складу; законністю зміни і допустимим значенням параметрів технічного стану елементів автомобіля; питомими затратами на ТО і ремонті (техніко-економічний метод); допустимим рівнем імовірності безвідказної роботи; економіко-ймовірнісним методом та за іншими критеріями.

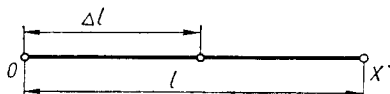


Рис. 2.5. Схема випадкового виникнення відказів автомобіля

**Імовірність безвідказної роботи.** Припустимо, що в період нормальної експлуатації автомобіля потік його відказів має стаціонарність, ординарність і не має післядій (рис. 2.5). Беручи до уваги ці властивості і застосовуючи теорему про повторення дослідів, неважко довести, що ймовірність появи  $n$  відказів на відрізку  $l$  виражається формулою (закон рідкісних подій Пуассона)

$$P_n = \frac{(\omega l)^n}{n!} e^{-\omega l}. \quad (2.6)$$

Під параметром потоку відказів  $\omega$ , що входить до виразу (2.6), розуміють граничне значення відношення ймовірності появи хоча б одного відказу (у потоці відказів) за інтервал пробігу до довжини цього інтервалу:

$$\omega = \lim_{\Delta l \rightarrow \infty} \frac{P_1(l, \Delta l) + P_{>1}(l, \Delta l)}{\Delta l},$$

де  $P_1(l, \Delta l)$  — ймовірність появи одного відказу за інтервал пробігу  $l, l + \Delta l$ ;  $P_{>1}(l, \Delta l)$  — ймовірність появи двох, трьох і більше відказів за інтервал пробігу  $l, l + \Delta l$ .

Очевидно, що сума ймовірностей  $P_1(l, \Delta l) + P_{<1}(l, \Delta l)$  — ймовірність появи хоча б одного відказу за інтервал пробігу  $l, l + \Delta l$ . Імовірність

$$P_{>1}(l, \Delta l) = \sum_{K=2}^{\infty} P_K(l, \Delta l) = 1 - [P_0(l, \Delta l) + P_1(l, \Delta l)],$$

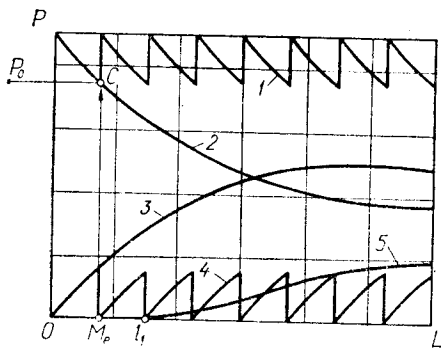


Рис. 2.6. Залежність періодичності ТО автомобіля від імовірності безвідказної роботи:

1, 2 — імовірність безвідказної роботи автомобіля з урахуванням і без урахування профілактики відповідно; 3, 4 — імовірність виникнення одного відказу автомобіля без урахування і з урахуванням профілактики відповідно; 5 — імовірність виникнення двох відказів автомобіля без урахування профілактики

$= 1, 2, \dots$ ) автомобіля (рис. 2.6). Аналіз цих характеристик дає змогу вибрати оптимальну періодичність ТО, яка визначається медіанним значенням  $M_p$  відрізка  $O - l_1$  осі абсцис (імовірність появи двох і більше відказів автомобіля на відрізку  $O - l_1$  практично дорівнює нулю). Імовірність безвідказної роботи при цьому значенні періодичності визначається ординатою точки  $C$ , абсцисою якої буде вибрана періодичність ТО автомобіля.

При визначенні періодичності ТО автомобілів під час нормальної експлуатації припускають, що кількість відказів протягом розглянутого інтервалу пробігу визначається законом рідкісних подій Пуассона. Це можливо, коли елементи автомобіля мають експоненціальні функції надійності, тобто якщо  $P(t) = e^{-\omega t}$ , де  $\omega = \text{const}$ . Відповідно до граничної теореми Пальме, це правомірно при будь-яких функціях надійності елементів, якщо кількість останніх в автомобілі достатньо велика.

Проте в деяких агрегатах автомобіля кількість змінних елементів, які треба враховувати при оцінці надійності, порівняно невелика. Функції їхньої надійності можуть помітно відрізнятися від експоненціальних.

Аналогічне положення складається і при резервуванні, коли окремі елементи об'єднують в один складний і при цьому вважають, що він виходить з ладу при умові поломки всіх його складових елементів. Функція надійності такого елемента не буде експоненціальною навіть тоді, якщо функції надійності окремих елементів експоненці-

де  $P_0(l, \Delta l)$  — імовірність неяви жодного відказу за інтервал пробігу  $l, l + \Delta l$ .

Для ординарного потоку відказів

$$\lim_{\Delta l \rightarrow 0} \frac{P_{>1}(l, \Delta l)}{\Delta l} = 0.$$

Отже, рівняння ординарних потоків для параметра потоку відказів має вигляд

$$\omega = \lim_{\Delta l \rightarrow 0} \frac{P_1(l, \Delta l)}{\Delta l} = \frac{1}{N_0} \frac{dn(l)}{dl}.$$

Статистично параметр потоку відказів визначають із виразу, наведеного в табл. 2.1.

Вираз (2.6) дає змогу визначити характеристики експлуатаційної надійності ( $n = 0$ ) і надійності ( $n =$

альні. У подібних ситуаціях доцільно враховувати відхилення розподілу кількості відказів від закону Пуассона при оцінці надійності автомобіля.

Для цього треба спочатку визначити функцію  $R_n(l, u)$ , яка є ймовірністю не менш як  $n$  відказів у розглядуваному інтервалі пробігу для заданого агрегату автомобіля, що складається з  $K$  елементів:

$$R_n \approx H(n, a) + \varepsilon \delta^3 H(n, a), \quad (2.7)$$

де  $a$  — математичне сподівання (або середня кількість відказів).

Перший член виразу (2.7) є звичайним пуассонівським наближенням для шуканої ймовірності  $R_n$ . Другий член можна розглядати як поправку до пуассонівського наближення. Множник враховує відхилення дисперсії кількості відказів цього потоку від дисперсії відповідного пуассонівського потоку (дорівнює  $a$ ).

Значення функцій  $H(n, a)$  і  $\delta^2 H(n, a)$  табульовані:

$$\varepsilon = \frac{1}{2} (D - a),$$

де  $D$  — дисперсія кількості відказів у розглядуваному інтервалі пробігу  $(u, u + l)$  (рис. 2.7).

Множник  $\varepsilon$  наближено визначають із виразів: для суміжних елементів та елементів із поступовими відказами:

$$\varepsilon(l, u) \approx -\frac{a^2(l, u)}{2K};$$

для елементів із раптовими відказами

$$\varepsilon(l, u) \approx \frac{a^2(l, u)}{2K} \left( \frac{\omega_0}{\omega_1(u)} - 1 \right),$$

де  $\omega_0, \omega_1(u)$  — відповідно початкове і в інтервалі  $u$  значення параметра потоку відказів.

Після відшукування функцій  $R_n(l, u)$  визначають характеристики експлуатаційної надійності і ненадійності:

$$P_0 = 1 - R_1;$$

$$R_n = R_n - R_{n+1}, \quad n > 0.$$

Періодичність ТО автомобіля в період припрацювання (враховуючи тривалість його) можна знайти, коректуючи періодичність для періоду нормальної експлуатації (порівнюючи параметри потоку відказів відповідних періодів).

Для періоду інтенсивного спрацьовування автомобіля, коли функції  $H(n, u)$ ,  $\delta^2 H(n, a)$  стають близькими до відповідних функцій при

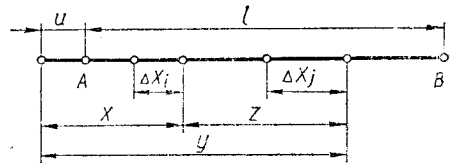


Рис. 2.7. Обчислення дисперсії кількості відказів



нормальному розподілі, характеристики експлуатаційної надійності і ненадійності агрегатів автомобіля треба визначити з таких виразів:

$$R_m \approx F\left(\frac{m-a}{\sqrt{a}}\right) + \frac{\varepsilon}{a} \varphi'\left(\frac{m-a}{\sqrt{a}}\right);$$

$$P_n \approx \frac{1}{\sqrt{a}} \varphi\left(\frac{n-a}{\sqrt{a}}\right) + \frac{\varepsilon}{a\sqrt{a}} \varphi''\left(\frac{n-a}{\sqrt{a}}\right),$$

де

$$\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-x^2/2},$$

$F(x)$ ,  $\varphi'(x)$  і  $\varphi''(x)$  — відповідно інтеграл від  $-\infty$  до  $x$ , перша і друга похідні від функції  $\varphi(x)$ . Усі ці функції табульовані.

Розглянемо тепер питання про вплив кількості елементів в автомобілі (агрегаті) на близькість потоку відказів до пуассонівського потоку.

Для елементів автомобіля з раптовими відказами досліджуваний потік можна вважати пуассонівським, якщо

$$K/a > 10(\omega_0/\bar{\omega} - 1) \quad \text{при } a \geq 1;$$

$$K/a > 10a(\omega_0/\bar{\omega} - 1) \quad \text{при } a < 1,$$

де  $\bar{\omega}$  — усталене значення параметра потоку відказів.

Для складних елементів та елементів з поступовими відказами потік відказів можна вважати пуассонівським, якщо

$$K/a > 10 \quad \text{при } a \geq 1;$$

$$K/a > 10a \quad \text{при } a < 1.$$

У решті випадків доцільно вводити поправки до відповідних пуассонівських наближень викладеними вище методами.

Метод визначення періодичності ТО за ймовірністю безвідказної роботи простий і зручний для користування, оскільки параметр потоку відказів досить просто визначають із статистичної вибірки, а решта функцій табульована.

**Ймовірність справного стану.** При оцінці надійності автомобіля з урахуванням відновлення не можна оперувати поняттям «ймовірність безвідказної роботи». Треба користуватися поняттям «ймовірність справного або несправного стану автомобіля» протягом заданого інтервалу робочого часу.

Ймовірність справного стану автомобіля  $P(t)$  у довільний момент часу  $t$  для періоду нормальної експлуатації можна визначити з виразу

$$P(t) = K_r + (1 - K_r) \exp\left[-\frac{t}{K_r T_q}\right],$$

де  $K_r$ ,  $T_q$  — відповідно коефіцієнт готовності і час відновлення автомобіля.

Цей вираз дає змогу визначити характеристику експлуатаційної надійності автомобіля (рис. 2.8).

Оскільки експлуатаційну надійність автомобіля з урахуванням профілактики оцінюють коефіцієнтом готовності  $K_r$ , оптимальну періодичність ТО визначають відрізком осі абсцис  $O-t_1$ , добутих в результаті перетину ординати (значення якої дорівнює прийнятому  $K_r$ ) з віссю абсцис.

Визначення періодичності ТО за ймовірністю справного стану дуже трудомістке при проведенні експериментальних досліджень (додатково до збирання матеріалів по відказах треба робити хронометраж трудомісткості відновлення кожного відказу автомобіля). Тому його можна рекомендувати в основному для періодичного користування.

**Середнє напрацювання на відказ.** Для деяких агрегатів автомобіля, які безпосередньо не впливають на безпеку руху, періодичність їхньої профілактики можна визначити за середнім напрацюванням на відказ із виразу

$$\omega_{\text{ср}} = \lim_{L \rightarrow \infty} \bar{\omega}(L) = \lim_{L \rightarrow \infty} \frac{1}{L} \int_0^L \omega(t_i) dt = \frac{1}{L}, \quad (2.8)$$

де  $\bar{\omega}(L)$  — усереднений за пробіг параметр потоку відказів автомобіля.

Формула (2.8) справедлива для будь-якого закону розподілу пробігу безвідказної роботи автомобілів, оскільки при її доведенні ніде не накладається ніяких обмежень на щільність розподілу пробігу безвідказної роботи  $f(t)$ .

З урахуванням того, що  $L_{\text{ТО}} \leq L$  (де  $L_{\text{ТО}}$  — періодичність ТО автомобіля), вираз (2.8) дає змогу визначити періодичність ТО якихось агрегатів автомобіля, що не впливають на безпеку його руху.

Визначення періодичності ТО автомобілів за середнім напрацюванням на відказ не становить особливих труднощів — для цього досить знати значення параметра потоку відказів. Проте застосування цього методу обмежене, оскільки він дає добрі результати тільки тоді, коли автомобіль має добре відпрацьовану конструкцію, в протилежному разі не забезпечується його висока експлуатаційна надійність, що суперечить умові поставленого завдання.

**Техніко-економічний метод.** Критерієм для визначення періодичності ТО за техніко-економічним методом є економічна доцільність його виконання, що коректується технічними критеріями (безпекою руху,

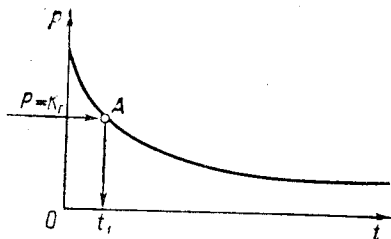


Рис. 2.8. Залежність періодичності ТО автомобіля від ймовірності справного стану

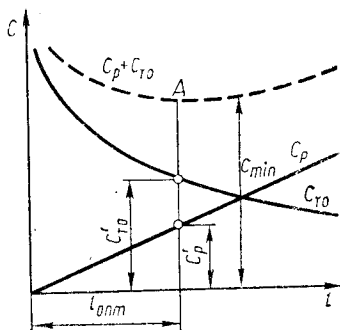


Рис. 2.9. Залежність витрат на ТО і ремонт автомобіля від періодичності їхнього виконання:

$C_p$  — питома вартість робіт на ремонті автомобіля;  $C_{ТО}$  — питома вартість робіт на ТО автомобіля;  $C_{ТО,p}$  — сумарна питома вартість профілактичних і ремонтних робіт автомобіля;  $l_{опт}$  — оптимальна періодичність ТО автомобіля

для елементів автомобіля, які створюють безпеку руху, для інших — 0,85...0,90.

**Економіко-ймовірнісний метод.** Визначення періодичності ТО за допомогою економіко-ймовірнісного методу враховує водночас питання техніки, економіки і ймовірнісний характер процесів. Його розглядають для найзагальнішого випадку, а саме для розширення номенклатури робіт ТО за рахунок застосування так званого примусового ремонту. Ця загальна постановка завдання охоплює й окремий випадок — визначення періодичності ТО з виразу

$$l_P \varphi(l_P) - q + \frac{\varphi(l_P)}{P} \int_{l_{min}}^{l_P} l \varphi(l) dl = \frac{d}{c-d},$$

де  $l_P$  — періодичність ТО, км;  $q$  — ймовірність передчасного ТО (від  $l_{min}$  до  $l_P$  на рис. 2.11);  $P$  — ймовірність ТО з пробігом, який більший від встановленого (від  $l_P$  до  $l_{max}$ );  $d$  — витрати на одне ТО з періодичністю  $l_P$ ;  $c$  — фактичний рівень питомих витрат на ТО. Це рівняння дає змогу для будь-якого типу розподілу визначити періодичність ТО при відомих характеристиках розподілу і співвідношеннях витрат  $c$  і  $d$ .

**Параметр технічного стану.** Суть методу визначення періодичності ТО за закономірністю зміни і допустимим значенням параметрів технічного стану автомобіля та його елементів полягає ось у чому. Припускають, що технічний стан автомобіля змінюється здебільшого

легкістю проведення технічного обслуговування і т. п.). Техніко-економічний метод (рис. 2.9) досить універсальний і враховує поряд із економічними критеріями також технічні. Його застосовують при обґрунтуванні режимів ТО автомобілів у нашій країні і за кордоном.

**Допустимий рівень безвідказності.** Метод визначення періодичності ТО за допустимим рівнем імовірності безвідказної роботи ґрунтується на теорії імовірності та математичної статистики і враховує випадковий характер виникнення відказів автомобіля. Критерієм для визначення періодичності ТО є допустимий рівень імовірності безвідказної роботи (рис. 2.10), установлений із технічних, економічних та інших міркувань. Рекомендуються рівні ймовірності 0,90...0,98

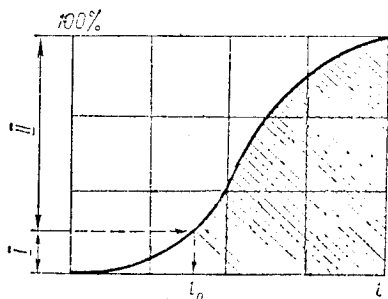


Рис. 2.10. Визначення періодичності ТО за допустимим рівнем імовірності:  $I, II$  — випадки з фактичною періодичністю, що менша від ( $q = 1 - P_q$  випадків) і більша від усталеної ( $P_q$  випадків) відповідно

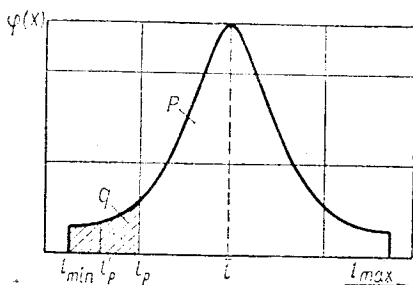


Рис. 2.11. Крива розсіювання фактичних пробігів до обслуговування

досить плавно без різких стрибків і ця зміна може бути виражена залежно від часу або пробігу так

званою раціональною функцією  $n$ -го порядку:

$$y = a_0 + a_1 l^1 + a_2 l^2 + a_3 l^3 + \dots + a_n l^n,$$

де  $y$  — параметр технічного стану;  $a_0$  — початкове значення параметра технічного стану (при  $l = 0$ );  $l$  — пробіг;  $a_1, \dots, a_n$  — коефіцієнти, що визначають характер і ступінь залежності параметра  $y$  від пробігу або часу.

Знаючи закономірність зміни технічного стану  $y = \psi(l)$  і допустиме значення параметра  $y_d$ , можна визначити оптимальну періодичність ТО  $l_0$  графічно (рис. 2.12) або аналітично, підставивши у рівняння значення  $y_d$ :

$$y_d = a_0 + a_1 l_0 + a_2 l_0^2 + \dots + a_n l_0^n.$$

У разі прямолінійної залежності допустимого параметра

$$y_d = a_0 + a_1 l_0,$$

звідки періодичність ТО

$$l_0 = (y_d - a_0) / a_1.$$

Беручи до уваги, що для більшості елементів автомобіля тепер не визначений достовірний характер зміни їхнього технічного стану за часом або за пробігом і визначити  $y_d$  практично важко, застосування цього методу поки що обмежене і можливе тільки для деяких елементів автомобіля (гальмові накладки та ін). Однак у перспективі цей метод може стати одним із основних.

**Найбільша продуктивність.** Визначення періодичності ТО за найбільшою продуктивністю рухомого складу ґрунтується на припущенні, що зміна технічного стану автомобіля безпосередньо впливає на його продуктивність. Щоб відновити продуктивність, треба періодично

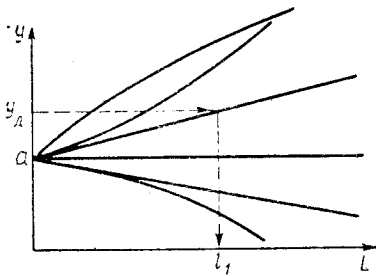


Рис. 2.12. Схема типових закономірностей зміни технічного стану елементів автомобіля

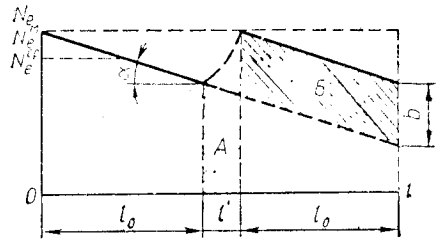


Рис. 2.13. Визначення періодичності ТО автомобіля з урахуванням продуктивності

дично на якийсь час зупиняти автомобіль на ТО і ремонт. За цей час автомобіль не виконає роботу  $A$  (рис. 2.13), пропорційну часу простою і невиконаному за цей час пробігу  $l'$ , а продуктивність буде відновлена з приростом  $B$ , що пропорційний  $l_0$ :

$$B = bl_0.$$

Отже, при оптимальному режимі ТО приріст продуктивності  $B$  має дорівнювати або бути більшим від втрати продуктивності при простоях  $A$ . З урахуванням цих припущень періодичність  $l_0$  (км або год) визначають із виразу

$$l_0 = \sqrt{\frac{2l'N_e^M}{d_1}},$$

де  $l_0$  — найвигідніша періодичність ТО;  $l'$  — тривалість простою в ТО або ремонті;  $N_e^M$  — максимальна ефективна потужність;  $d_1$  — інтенсивність спадання потужності на кілометр пробігу або годину роботи двигуна.

Проте за час роботи автомобіля від одного ТО до іншого потужність змінюється мало і практично її визначити важко. Тому застосування описаного методу обмежене.

**Зовнішній вигляд автомобіля. Створення безпеки руху.** Використання як критерію оптимального зовнішнього вигляду автомобіля можливе для визначення періодичності проведення прибирально-мийних операцій, деяких кріпильних робіт, періодичності зміни мастильних матеріалів (без присадок) для двигунів (краплинна проба) при роботі в конкретних умовах експлуатації.

Визначення періодичності ТО для створення безпеки руху базується на суб'єктивному уявленні і дає лише орієнтовні результати. Цей метод має обмежене застосування.

До найважливіших нормативів технічного забезпечення транспортного процесу належить витрата запасних частин, експлуатаційних

матеріалів, обмінного фонду агрегатів та ін. Ці нормативи використовують для планування роботи виробництва на ТО і ремонті автомобілів на автотранспортних і автообслуговуючих підприємствах.

## 2.7. Визначення оптимального обмінного фонду

Теорія надійності машин дає змогу визначити оптимальний обмінний фонд агрегатів, механізмів, вузлів і запасних частин автомобілів. Як приклад розглянемо одну з методик.

Критерієм для визначення обмінного фонду може бути мінімальний час простою автомобілів через відсутність агрегату при заданих експлуатаційних затратах.

При цьому використовують такі характеристики експлуатаційної надійності: параметр потоку відказів і параметр потоку відновлення. Вибір цих параметрів пояснюється тим, що вони охоплюють велику кількість конструктивно-технологічних та експлуатаційних факторів, від яких залежить надійність автомобілів у заданих умовах експлуатації.

Потрібний обмінний фонд треба визначити, враховуючи віковий склад автомобілів для кожного підприємства зокрема, оскільки розміри фонду залежать від багатьох індивідуальних факторів. Протягом усього року роботи АТП  $\beta$  можна вважати сталим, хоч в осінньо-зимову пору і буває деяке збільшення його. Оптимальний розмір обмінного фонду за номенклатурою

$$A \geq Nn\omega/\beta, \quad (2.9)$$

де  $N$  — кількість однотипних автомобілів на підприємстві;  $n$  — кількість однакових елементів обмінного фонду, які є на автомобілі;  $\omega$  — параметр потоку відказів;  $\beta$  — параметр потоку відновлення.

**Приклад.** Розглянуто 167 автомобілів КраЗ-256Б, які експлуатуються в Дніпропетровській області при III категорії умов експлуатації. Визначити оптимальну кількість рульових керувань.

**Розв'язання.** За віковим складом автомобілів розподілені так: до 5 тис. км — 15 автомобілів; до 50 тис. км — 100 і понад 50 тис. км — 52.

Параметр потоку відказів рульового керування, визначений на підставі статистичної інформації, наведено на рис. 2.14, а параметр потоку відновлення рульового керування, визначений на підставі аналогічної інформації, — на рис. 2.15.

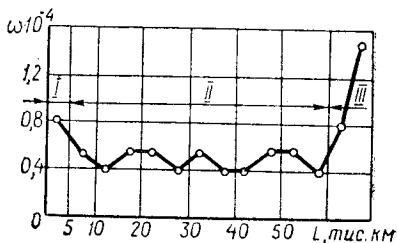


Рис. 2.14. Крива параметра потоку відказів рульового керування автомобілів КраЗ-256Б (III категорія умов експлуатації):

I... III — періоди припрацювання, нормального експлуатації та інтенсивного спрацювання і старіння відповідно

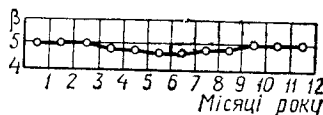


Рис. 2.15. Крива параметра потоку відновлення рульового керування автомобілів КраЗ-256Б

Аналізуючи графік (рис. 2.14), неважко помітити, що перша група автомобілів, (15 шт.) була в першому періоді (припрацювання), друга (100 шт.) — в другому, а третя (52 шт.) — у третьому.

Таким чином, параметр потоку відказів рульового керування для I групи буде  $0,8 \cdot 10^{-4}$  (беремо максимальне значення); для II групи —  $0,47 \cdot 10^{-4}$  (беремо середнє значення, оскільки в цей період він практично на одному рівні) і для III групи —  $1,47 \cdot 10^{-4}$  (беремо максимальне значення). Середнє значення параметра потоку відновлення рульового керування — 4,8, а в перерахунку на один кілометр віч становитиме  $16 \cdot 10^{-4}$  (оскільки пробіг автомобіля за місяць приблизно становить 3 тис. км).

Підставивши добуті значення в рівняння (2.9), дістанемо, що оптимальна кількість оборотних рульових керувань для автомобілів КраЗ-256Б дорівнює 9 шт. (в тому числі для автомобілів I групи — 1 шт., II групи — 3 шт., III групи — 5 шт.). У міру збільшення пробігу автомобілів від початку експлуатації треба коректувати кількість оборотного фонду в бік збільшення, беручи до уваги зміну параметра потоку відказів.

Як видно з прикладу, методика дуже проста і зручна для використання. Вона може бути застосована при плануванні і розрахунку потрібної кількості обмінного фонду для різних моделей автомобілів у будь-якому АТП.

### Контрольні запитання

1. Для чого збирають інформацію про надійність автомобілів?
2. Як збирають інформацію про надійність автомобілів?
3. Які вимоги ставлять до інформації про надійність автомобілів?
4. Як обробляють і аналізують інформацію про надійність автомобілів?
5. Що таке безвідказність автомобіля і якими показниками її визначають?
6. Що таке експлуатаційна технологічність автомобіля і якими показниками її визначають?
7. Що таке довговічність автомобіля і якими показниками її визначають?
8. Що таке збережність автомобіля і якими показниками її визначають?
9. Що таке ремонтпридатність автомобіля і якими показниками її визначають?
10. В яких межах і як розподіляються окремі значення напрацювання до відказу?
11. Які Ви знаєте комплексні показники надійності автомобілів?
12. Якими способами можна визначити закономірності виникнення відказів на базі теорії надійності?
13. Чому доцільно виконувати профілактичні роботи?
14. Як на базі теорії надійності автомобілів визначити періодичність ТО автомобілів?
15. Як визначити оптимальну кількість оборотного фонду агрегатів, вузлів, запасних частин на базі теорії надійності?
16. Що таке «ціна надійності»?

# ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ЗА УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

### 3.1. Система технічного обслуговування і ремонту рухомого складу та її місце в автомобільній транспортній системі

Автомобільний транспорт — складна система, мінімальною організаційною структурною одиницею якої є експлуатаційне автотранспортне підприємство, що розглядається у взаємодії з спеціалізованими автообслуговуючими й авторемонтними підприємствами. Дослідження ефективності роботи всього автотранспорту можна спростити, обмежившись вивченням властивостей експлуатаційного підприємства з автообслуговуючим і авторемонтним підприємствами як найпростішої автомобільної транспортної системи.

Автомобільну транспортну систему можна поділити на функціональні самостійні системи: комерційну експлуатацію автомобілів; технічну експлуатацію автомобілів; ТО і ремонт автомобілів. Кожній із названих систем відповідає свій процес функціонування. Взаємозв'язок цих процесів визначається спільною метою і наявністю одного об'єкта експлуатації — автомобіля, який у кожній функціональній системі розглядається з свого боку. Керування процесами функціонування системи здійснюється відповідними стратегіями: комерційної експлуатації, технічної експлуатації і ТО та ремонту.

Стратегія експлуатації — сукупність правил, які забезпечують задане керування відповідним процесом експлуатації. *Комерційна експлуатація керує використанням автомобілів за прямим призначенням.* Усі стратегії тісно пов'язані з нею.

Таким чином, автомобільна транспортна система має особливості, властиві складним технічним системам: єдину мету, керованість, взаємозв'язок елементів, ієрархічну структуру.

Розгляд автомобільного транспорту як автомобільної транспортної системи дає змогу визначити її ієрархічну структуру, виявити сукупність процесів, що відображують функціонування її підсистем, і підготувати необхідні умови для формалізації процесів технічної експлуатації, ТО і ремонту.

Система технічної експлуатації автомобілів охоплює підсистеми: організації дорожнього руху, керування автомобілем, організації зберігання справних автомобілів і подання технічної допомоги автомобілям на лінії. Отже, *система технічної експлуатації автомобілів — сукупність автомобілів, засобів організації дорожнього руху, водіїв, положень і норм, які визначають вибір і підтримування найвигідніших режимів роботи агрегатів автомобілів, а також підтримування і*



*відновлення втраченої роботоздатності автомобілів у процесі виконання транспортної роботи.*

Система ТО і ремонту рухомого складу автомобільного транспорту охоплює сукупність взаємопов'язаних засобів, документації ТО і ремонту й виконавців, потрібних для підтримування і відновлення якості виробів, що входять до цієї системи.

*Технічне обслуговування — комплекс операцій (або операція) для підтримування роботоздатності (або справності) рухомого складу при використанні за призначенням, очікуванні, зберіганні і транспортуванні.*

*Ремонт — комплекс операцій для відновлення справності або роботоздатності рухомого складу та відновлення ресурсів рухомого складу або його складових частин.*

Між цими двома групами можуть бути різні співвідношення залежно від прийнятого критерію оптимальності і методу проведення робіт. Однак у будь-якому разі основна вимога, що ставиться до ТО і ремонту автомобілів, полягає в тому, щоб при обмежених затратах праці і коштів забезпечити найбільшу ймовірність того, що в потрібний момент на автомобілі можна виконати поставлене завдання.

При розробці методів ТО і ремонту автомобілів основну увагу приділяють плановим профілактичним роботам. Правильно організована профілактика сприяє зменшенню потоку відказів і несправностей, збільшує термін служби автомобілів. Проте на здійснення профілактичних заходів і ремонтних робіт затрачається певний фонд часу. І чим більші затрати часу, тим гірші показники використання автомобільної техніки. Для виконання профілактики сучасних автомобілів потрібні великий штат спеціалістів, дороге устаткування, що збільшує експлуатаційні витрати. Тому питанням правильної організації та виконання профілактичних і ремонтних робіт на автотранспортних підприємствах (АТП) має приділятися якомога більше уваги. Це дасть змогу забезпечити економну експлуатацію автомобільної техніки.

При формуванні системи ТО і ремонту рухомого складу головну увагу звертають на режими ТО і ремонту (кількість видів обслуговування, періодичність, перелік і трудомісткість робіт). При цьому керуються ось чим: кількість видів ТО має бути мінімальною, вищі номери обслуговування повинні охоплювати номенклатуру робіт нижчих, треба уникати непотрібних розробок і регулювань спряжених пар, передбачати можливість механізації та автоматизації профілактичних робіт.

Режими ТО розробляють для кількох типових умов експлуатації автомобілів. Перевіряють їх у конкретних умовах експлуатації за критеріями, що дають змогу встановити відповідність вибраних режимів ТО справді необхідним. Основними критеріями оцінки слу-

жать експлуатаційна надійність, трудомісткість ТО і ПР, витрати на виконання ТО і ПР на 1000 км пробігу та ефективність ТО.

Експлуатаційну надійність автомобілів визначають за середнім значенням коефіцієнта технічної готовності, трудомісткість ТО і ПР — хронометражними спостереженнями, а затрати — за експериментальними даними в реальних умовах експлуатації автомобілів.

Ефективність  $\eta$  ТО автомобіля оцінюють відношенням кількості відказів  $n_{\text{ТО}}$ , виявлених у процесі профілактики, до кількості зареєстрованих відказів у процесі експлуатації автомобіля:

$$\eta = n_{\text{ТО}} / (n_{\text{ТО}} + n),$$

де  $n$  — кількість відказів, що виникли між черговими ПР.

Режими ТО автомобілів коректують у період державних та експлуатаційних випробувань (перший етап), у перші один-два роки підконтрольної експлуатації спеціально виділеної групи нових автомобілів — в умовах АТП (другий етап) і в процесі експлуатації автомобілів (третій етап).

Перший етап — це початок практичної перевірки й уточнення початкових режимів ТО автомобілів. Протягом усього періоду збирають і аналізують інформацію про відкази і несправності автомобілів, уточнюють показники їхньої надійності, визначають доцільність і необхідність виконання нетипових робіт, уточнюють обсяг і періодичність виконання типових робіт і структуру форм ТО автомобілів.

На другому етапі автомобілі мають обслуговуватись із збільшеною періодичністю і скороченим (порівняно з рештою парку цього типу автомобілів) обсягом виконання профілактичних робіт. Статистичну інформацію про надійність автомобілів збирають так само, як і на першому етапі.

Третій етап — систематичне коректування режимів ТО автомобілів у процесі їхньої експлуатації. Основою для коректування режимів ТО є досвід експлуатації автомобілів і дані про відкази і несправності, виявлені в процесі ТО.

Коректування режимів ТО охоплює такі роботи: збирання статистичної інформації про відкази і несправності автомобілів; якісний аналіз виявлених відказів і несправностей; розрахунок надійності агрегатів, які впливають на безпеку руху автомобіля (за найбільш небезпечними відказами і несправностями); оцінка показників надійності; розробка переліку змін у діючих режимах ТО і рекомендацій для удосконалення їх; перевірка нових режимів ТО автомобілів на обмеженій кількості їх за допомогою проведення підконтрольної експлуатації за спеціальними програмами; остаточне доопрацювання режимів ТО і впровадження їх на всьому парку експлуатованих автомобілів цієї моделі.

На автомобільному транспорті є планово-запобіжна система ТО і ремонту рухомого складу. Принципіальні її основи визначені

діючим Положенням про ТО і ремонт рухомого складу автомобільного транспорту.

Відповідно до Статуту автомобільного транспорту Положення обов'язкове для всіх організацій і підприємств автомобільного транспорту, для організацій і підприємств автомобільної і суміжних галузей промисловості щодо забезпечення установлених нормативів і взаємодії з експлуатаційними та ремонтними організаціями і підприємствами автомобільного транспорту.

У Положенні визначені основні напрями взаємодії, завдання і відповідальність організацій і підприємств автомобільного транспорту, промисловості й авторемонтного виробництва щодо забезпечення високої надійності рухомого складу і зниження витрат на ТО і ремонт. Наприклад, одним із завдань автомобільної промисловості є безпосередня участь в освоєнні нових моделей. Промислові підприємства повинні своєчасно забезпечити автотранспортні й авторемонтні підприємства технічною документацією, зразками нестандартизованого устаткування, оснастки, спеціального інструменту, запасними частинами й експлуатаційними матеріалами, потрібними для організації ТО і ремонту; сприяти при організації капітального ремонту автомобілів на промисловій основі, а також відновлювати деталі як товарну продукцію та ін.

Перша частина Положення визначає систему ТО і ремонту рухомого складу і технічну політику на автомобільному транспорті. Друга частина містить нормативи за моделями автомобілів. Її розробляють у вигляді окремих додатків у міру зміни конструкції автомобілів, умов експлуатації та інших факторів.

Положенням визначені: основи раціональної організації ТО і ремонту як на АТП, так і в територіальних об'єднаннях автотранспорту; принципи і напрями розвитку виробничо-технічної бази і форм організації ТО та ремонту рухомого складу в регіоні, види і обсяг робіт, які підлягають першочерговій централізації; конкретні рекомендації щодо вибору методів планування періодичності ТО, допустимого обсягу супровідного ПР, що виконується на постах ТО, вибору методів ТО, застосування засобів діагностування технічного складу і розробки технологічних процесів; вимоги до системи обліку на автотранспортних підприємствах.

У додатку до Положення наведені основні комплексні показники забезпечення роботоздатного стану рухомого складу; перелік агрегатів, вузлів і деталей, технічний стан яких гарантує безпеку руху, економне витрачання палива і захист навколишнього середовища при роботі автомобільного транспорту; нормативи ТО і ремонту рухомого складу випуску до 1972 р.; типова хімітологічна карта; розподіл рухомого складу за технологічно сумісними групами при проведенні ТО і ремонту; районування території країни за природно-кліматичними умовами; вимоги до устаткування для перевірки тех-

нічного стану вузлів і систем, які гарантують безпеку руху автотранспортних засобів тощо.

Системою ТО і ремонту передбачаються дві основні частини операцій: контрольна і виконавча. Планово-запобіжний характер системи ТО і ремонту визначається плановим і примусовим (через установлені пробіги або проміжки часу роботи рухомого складу) виконанням контрольної частини операцій, передбачених Положенням, з наступним виконанням за потребою виконавчої частини. Деякі операції ТО і ремонту (наприклад, мастильні операції) можуть виконуватись у плановому порядку без попереднього контролю.

Технічне обслуговування передбачає підтримування рухомого складу в роботоздатному стані й належному зовнішньому вигляді; забезпечення надійності й економічності роботи, безпеки руху, захисту навколишнього середовища; зменшення інтенсивності погіршення параметрів технічного стану; попередження відказів і несправностей, а також виявлення їх із метою своєчасного усунення. Це профілактичний захід, який здійснюють у плановому порядку через певні пробіги або час роботи рухомого складу, як правило, без розбирання і зняття з автомобіля агрегатів, вузлів і деталей. Якщо при ТО не можна визначити технічний стан окремих вузлів, то їх знімають з автомобіля для контролю на спеціальних приладах або стендах.

Ремонт виконується як за потребою (після появи відповідного відказу або несправності примусово), так і за планом (через певний пробіг або час роботи рухомого складу). Ремонтні роботи, що виконуються за планом, профілактичні і називаються планово-запобіжним ремонтом.

Планово-запобіжний ремонт застосовують передусім для рухомого складу, до якого ставляться підвищені вимоги щодо безпеки руху і безвідказності в роботі, а також для автомобілів, які працюють в однакових умовах, при яких спрощується можливість виявлення термінів заміни або ремонту окремих деталей і вузлів із метою попередження відказів при роботі автомобілів на лінії і пов'язаних з ними простоїв.

Мета профілактичних і ремонтних дій — забезпечити справний стан автомобільної техніки. Проте за інших однакових умов найважливішим фактором, від якого залежить рівень сумарних матеріальних і трудових витрат на підтримування автомобілів у справному стані, є співвідношення профілактичних і ремонтних дій. Важливо зазначити, що витрати на ремонтні дії більші, ніж на профілактичні. Вимоги до технічного стану автомобільної техніки визначаються діючими правилами технічної експлуатації рухомого складу і правилами дорожнього руху. Несправний рухомий склад, що створює загрозу для безпеки руху, не повинен брати участі в транспортному процесі. У тих випадках, коли несправності автомобіля не впливають на

безпеку руху і не пов'язані з інтенсивним спрацьовуванням або передчасним руйнуванням деталей, автомобіль може завершити транспортну роботу в межах змінного або добового завдання.

Визначення технічного стану рухомого складу, його агрегатів і вузлів без розбирання роблять за допомогою контролю (діагностування), що є технологічним елементом ТО і ремонту.

Мета контролю (діагностування) при ТО полягає у визначенні справжньої потреби у виконанні операцій, передбачених Положенням, і прогнозуванні моменту виникнення несправного стану порівнянням фактичних значень параметрів з граничними, а також в оцінці якості робіт.

Мета контролю (діагностування) при ремонті полягає у виявленні несправного стану, причин його виникнення та встановленні найбільш ефективного способу усунення: на місці, зі зняттям агрегату (вузла, деталі), з повним або частковим розбиранням і заключним контролем якості робіт.

Нормативно-технічна документація для ТО і ремонту охоплює: принципи, визначення, рекомендації, нормативи і методи їхнього коректування з урахуванням умов експлуатації, технологію.

Засоби ТО і ремонту передбачають: виробничо-технічну базу (будівлі, споруди, устаткування), розміщену на автотранспортних і спеціалізованих підприємствах для ТО і ремонту рухомого складу; матеріально-технічне забезпечення (з урахуванням конструкції рухомого складу, пробігу від початку експлуатації, інтенсивності та умов експлуатації).

Номенклатура професій персоналу, який забезпечує справний стан рухомого складу, охоплює робітників різних спеціальностей, техніків і інженерів.

У Положенні розкрито зміст складових елементів ТО і ремонту, визначено види ТО і ремонту.

### **3.2. Види технічного обслуговування та їхня техніко-економічна характеристика**

Технічне обслуговування рухомого складу за періодичністю, періодом і трудомісткістю виконуваних робіт поділяється на щоденне технічне обслуговування (ЩО), перше технічне обслуговування (ТО-1), друге технічне обслуговування (ТО-2) і сезонне технічне обслуговування (СО). За погодженням із головним розробником допускається обгрунтована зміна кількості видів ТО при зміні конструкції транспортних засобів та умов експлуатації.

*Щоденне технічне обслуговування* охоплює контроль, спрямований на створення безпеки руху, а також роботи для підтримання належного зовнішнього вигляду, заправлення паливом, маслом і охолодною рідиною, а для деяких видів рухомого складу — санітар-

ну обробку кузова. ЩО виконується на автотранспортному підприємстві після роботи рухомого складу на лінії. Контроль технічного стану автомобілів перед виїздом на лінію, а також при зміні водіїв на лінії здійснюється за рахунок підготовчо-заклучного часу.

*Технічні обслуговування ТО-1 і ТО-2* охоплюють контрольньо-діагностичні, кріпильні, регулювальні, мастильні та інші роботи, спрямовані на попередження і виявлення несправностей, зниження інтенсивності погіршення параметрів технічного стану рухомого складу, економію палива та інших експлуатаційних матеріалів, зменшення негативного впливу автомобілів на навколишнє середовище.

ТО-1 і ТО-2 виконують через певний пробіг, визначений залежно від умов експлуатації рухомого складу та кліматичного району. Періодичність ТО рухомого складу випуску після 1972 р. (I категорія умов експлуатації, помірний кліматичний район) наведена в табл. 3.1. Періодичність ТО вантажних автомобілів ГАЗ-53-12, автобусів ЛАЗ-4202 наведена в другій частині Положення. Там же вказана періодичність заміни мастильних матеріалів. Допустимі відхилення від нормативів періодичності ТО становлять  $\pm 10\%$ .

*Сезонне технічне обслуговування*, що проводиться двічі на рік, охоплює роботи для підготовки рухомого складу до експлуатації в холодну і теплу пору року. Як окремо планований вид СО рекомендується проводити для рухомого складу, який працює в районах дуже холодного, холодного, жаркого сухого і дуже жаркого сухого клімату.

Таблиця 3.1

| Тип і модель автомобіля                                      | Нормативна періодичність ТО автомобілів, км, для I категорії умов |        |
|--|---|--------|
|  | ТО-1  | ТО-2   |
| Легкові  | 4000  | 16 000 |
| Автобуси   | 3500  | 14 000 |
| Вантажні автомобілі й автобуси на базі вантажних автомобілів | 3000  | 12 000 |
| Вантажні автомобілі:   |   |        |
| КамАЗ-5320   | 4000  | 12 000 |
| БелАЗ  | 2000  | 10 000 |
| Автобуси:  |   |        |
| «Ікарус-250», -255, -260, -280                               | 4000  | 16 000 |
| «Ікарус-55», «Люкс-556», -80                                 | 3000  | 15 000 |

*Примітки:* 1. Періодичність ТО причепів і напівпричепів дорівнює періодичності для вантажних автомобілів-тягачів.

2. Періодичність заміни мастильних матеріалів уточнюють залежно від типів (моделей) та конструктивних особливостей агрегатів, а також марки застосовуваних мастильних матеріалів.

3. Періодичність ТО автомобілів БелАЗ наведена для характерних умов експлуатації цих автомобілів,

Для решти кліматичних умов СО суміщують переважно з ТО-2 при відповідному збільшенні трудомісткості. Усі види ТО проводяться в обсязі основних операцій, вихідний перелік яких наведений у Положенні й уточнений у другій частині Положення стосовно конкретної сім'ї рухомого складу. ТО має забезпечити безвідказну роботу рухомого складу в межах визначених періодичностей щодо дій, які входять до обов'язкового переліку операцій.

### 3.3. Види ремонту автомобілів та їхня техніко-економічна характеристика

Відповідно до призначення і характеру виконуваних робіт ремонт поділяють на капітальний (КР), що здійснюється на спеціалізованих підприємствах, і поточний ремонт (ПР), який виконують на АТП. Для випадків експлуатації рухомого складу у важких дорожніх умовах допускається як виняток проведення середнього ремонту автомобілів (СР).

Ремонт охоплює контрольні-діагностичні, регулювальні, розбірні, складальні, слюсарні, механічні, мідницькі, бляхарські, ковальські, зварювальні, оббивні, електротехнічні, шиномонтажні, малярні та інші роботи. Ремонт можна виконувати по окремих агрегатах і вузлах, а також по автомобілю в цілому.

*Капітальний ремонт* рухомого складу, агрегатів і вузлів призначений для відновлення їхньої справності і близький до повного (не менш як 80 %) відновлення ресурсу. КР рухомого складу, агрегатів і вузлів роблять, як правило, знеосібленим методом, який передбачає повне розбирання об'єкта ремонту, дефектацію, відновлення або заміну складових частин, складання, регулювання, випробування.

Технічний стан рухомого складу, агрегатів або вузлів, що здаються в КР, і якість його виконання мають відповідати вимогам стандартів і нормативно-технічної документації на КР.

Рухомий склад і агрегати направляють у КР на підставі результатів аналізу: їхнього технічного стану з застосуванням засобів контролю (діагностування), з урахуванням пробігу, виконаного з початку експлуатації або після КР; сумарної вартості витрачених запасних частин від початку експлуатації та інших затрат на ПР. За термін служби повнокомплектний автомобіль проходить один КР, не рахуючи КР агрегатів і вузлів до і після КР автомобіля.

Норми пробігу до КР рухомого складу та основних агрегатів випуску після 1972 р. для I категорії умов експлуатації базових моделей і помірного кліматичного району наведені в табл. 3.2.

Економічну доцільність капітального ремонту автомобіля (агрегату) можна визначити за рівнем мінімальних витрат при ремонті з виразу

$$C = (Q + \Sigma q)/L - (Q_1 + \Sigma q_1)/L_1,$$

Таблиця 3.2

| Тип рухомого складу   | Модель (марка)                                | L <sub>кр'</sub><br>тис км | Нормативна трудомісткість,<br>люд.-год./1000 км |      |      |              |
|---|---|----------------------------|---|------|------|--------------|
|   |   |                            | ЩО  | ТО-1 | ТО-2 | ПР           |
| <b>Легкові автомобілі класу:</b>  |   |                            |   |      |      |              |
| малого (трудомісткість для всіх моделей АЗЛК та ІЖ середнього)                      |   |                            |   |      |      |              |
|   | «Москвич-2138», ІЖ-2125, ВАЗ (крім мод. 2121) | 125                        | 0,3   | 2,3  | 9,2  | 2,8          |
|   | ГАЗ-24-01                                     | 300                        | 0,35  | 2,5  | 10,5 | 3,0          |
|   | ГАЗ-24-07                                     | 300                        | 0,50  | 2,9  | 11,7 | 3,2          |
|   | ГАЗ-24-27                                     | 300                        | 0,50  | 3,3  | 12,3 | 3,4          |
| <b>Автобуси класу:</b>  |   |                            |   |      |      |              |
| особливо малого   |   |                            |   |      |      |              |
|   | РАФ-2203                                      | 260                        | 0,5   | 4,0  | 15,0 | 4,5          |
|   | ПАЗ-672                                       | 320                        | 0,7   | 5,5  | 18,0 | 5,3          |
|   | КАвЗ-685                                      | 250                        | 0,7   | 5,5  | 18,0 | 5,5          |
| середнього  |   |                            |   |      |      |              |
|   | ЛАЗ-695Н                                      | 360                        | 0,8   | 5,8  | 24,0 | 6,5          |
|   | ЛАЗ-697Н, -697Р                               | 400                        | 0,8   | 5,8  | 24,0 | 6,5          |
|   | ЛАЗ-695НГ                                     | 360                        | 0,95  | 6,6  | 25,8 | 6,6          |
| великого  |   |                            |   |      |      |              |
|   | ЛиАЗ-677М                                     | 380                        | 1,0   | 7,5  | 31,5 | 6,8          |
|   | ЛиАЗ-677Г                                     | 380                        | 1,15  | 7,9  | 32,7 | 7,0          |
|   | «Ікарус-250»                                  | 360                        | 1,4   | 10,0 | 40,0 | 9,0          |
|   | «Ікарус-255», -260, -556                      | 360                        | 1,2   | 9,5  | 35,0 | 8,5          |
|   | «Ікарус-55», «Люкс-556»                       | 300                        | 1,4   | 10,0 | 40,0 | 9,0          |
|   | «Ікарус-280»                                  | 360                        | 1,8   | 13,5 | 47,0 | 11,0         |
|   | «Ікарус-180»                                  | 360                        | 1,8   | 13,5 | 47,0 | 11,0         |
| <b>Вантажні автомобілі загальнотранспортного призначення вантажопідйомністю, т:</b> |   |                            |   |      |      |              |
| 0,3...1,0   |   |                            |   |      |      |              |
|   | ІЖ-27151                                      | 100                        | 0,2   | 2,2  | 7,2  | 2,8          |
|   | ЕрАЗ-762А, -762В                              | 160                        | 0,3   | 1,4  | 7,6  | 2,9          |
| 1,0...3,0   |   |                            |   |      |      |              |
|   | УАЗ-451М, 451ДМ                               | 180                        | 0,3   | 1,5  | 7,7  | 3,6          |
|   | ГАЗ-52-04                                     | 175                        | 0,4   | 2,1  | 9,0  | 3,6          |
|   | ГАЗ-52-07                                     | 175                        | 0,55  | 2,5  | 10,2 | 3,8          |
|   | ГАЗ-52-27                                     | 175                        | 0,55  | 2,9  | 10,8 | 4,2          |
|   | ГАЗ-53А                                       | 250                        | 0,42  | 2,2  | 9,1  | 3,7          |
| 3,0...5,0   |   |                            |   |      |      |              |
|   | ГАЗ-53-07                                     | 250                        | 0,57  | 2,6  | 10,3 | 3,9          |
|   | ГАЗ-53-27                                     | 250                        | 0,57  | 3,0  | 10,9 | 4,1          |
|   | ЗІЛ-130                                       | 200                        | 0,45  | 2,7  | 10,8 | 4,0/<br>3,6* |
|   | ЗІЛ-138                                       | 300                        | 0,6   | 2,9  | 11,8 | 4,2/<br>3,8* |
| 5,0...8,0   |   |                            |   |      |      |              |
|   | ЗІЛ-138А                                      | 300                        | 0,6   | 3,5  | 12,6 | 4,4/<br>4,0* |
|   | КАЗ-608, -608В                                | 150                        | 0,35  | 3,5  | 11,6 | 4,6          |
|   | «Урал-377», -377Н                             | 150                        | 0,55  | 3,8  | 16,5 | 6,0          |
|   | МАЗ-5335                                      | 320                        | 0,30  | 3,2  | 12,0 | 5,8          |
|   | МАЗ-500А                                      | 250                        | 0,30  | 3,4  | 13,8 | 6,0          |



| Тип рухомого складу  | Модель (марка)   | $L_{\text{КР}}$<br>тис. км | Нормативна грудомісткість,<br>люд.-год/1000 км |               |               |                |
|--|------------------|----------------------------|--|---------------|---------------|----------------|
|  |                  |                            | ЩО   | ТО-1          | ТО-2          | ПР             |
| 8,0 і більше   | КамАЗ-5320       | 300                        | 0,50   | 3,4           | 14,5          | 8,5            |
|  | КрАЗ-257         | 250                        | 0,50   | 3,5           | 14,7          | 6,25           |
|  | БелАЗ-540, -540А | 120                        | 1,2  | 13,5          | 60,5          | 20,35          |
|  | БелАЗ-548, -548А | 120                        | 1,2  | 13,7          | 67,2          | 24,9           |
| Причепи і напівпричепи:<br>одновісні причепи ван-<br>тажопідйомністю до<br>3,0 т | Усі моделі       | 100                        | 0,1  | 0,4           | 2,1           | 0,4            |
| двовісні причепи ван-<br>тажопідйомністю до<br>8,0 т                             | Те саме          | 100                        | 0,2...<br>0,3                                  | 0,8...<br>1,0 | 4,4...<br>5,5 | 1,2...<br>1,4  |
| двовісні причепи ван-<br>тажопідйомністю 8,0 т<br>і більше                       | ГКБ-8350         | 200                        | 0,3  | 1,3...<br>1,6 | 6,0...<br>6,1 | 1,8...<br>2,0  |
| напівпричепи особливо<br>великої вантажопід-<br>йомності 8,0 т і біль-<br>ше     | МАЗ-5232В        | 190                        | 0,2...<br>0,3                                  | 0,8...<br>1,0 | 4,2...<br>5,0 | 1,1...<br>1,45 |
|  | МАЗ-93801        | 300                        |  |               |               |                |
|  | МАЗ-9397         | 320                        |  |               |               |                |

\* Для автомобілів випуску після 1980 р.

де  $Q$  — роздрібна ціна автомобіля (агрегату);  $\Sigma q$  — сукупність витрат на підтримування нового автомобіля (агрегату) у справному стані за пробіг до КР;  $L$  — ресурс нового автомобіля (агрегату) до КР;  $Q_1$  — сукупність витрат на проведення КР автомобіля (агрегату);  $\Sigma q_1$  — сукупність витрат на підтримування відремонтованого автомобіля (агрегату) у справному стані до списання;  $L_1$  — ресурс відремонтованого автомобіля (агрегату) до списання.

**Приклад.** Витрати для двигунів ВАЗ із напруженням 125 тис. км становлять 4220 крб./тис. км, 160 тис. км — 2490 крб./тис. км, 200 тис. км — 1620 крб./тис. км. Таким чином, оптимальний економічно доцільний пробіг до КР двигуна ВАЗ становить близько 200 тис. км. (Тут і далі цифри умовні).

Легкові автомобілі й автобуси направляють у КР при потребі КР кузова, а вантажні автомобілі — коли є потреба в КР рами, кабіни, а також не менш як трьох інших основних агрегатів у будь-якому поєднанні. Агрегат направляють у КР, якщо базова і основні деталі потребують ремонту з повним розбиранням агрегату, а також якщо робоздатність агрегату не може бути відновлена або її відновлення за допомогою ПР економічно недоцільне.

Положенням передбачено обмежити КР повнокомплектних автомобілів і в перспективі зовсім виключити його (передусім це стосу-

ється вантажних автомобілів і легкових автомобілів-таксі) за рахунок заміни агрегатів і вузлів, які потребують КР, справними, взятими з оборотного фонду. Рекомендації про терміни виключення КР повнокомплектних автомобілів наведені у другій частині Положення для конкретної сім'ї рухомого складу з урахуванням досягнутого рівня надійності кузова, кабіни, рами.

*Середній ремонт* автомобіля передбачає: заміну двигуна, що потребує КР; поглиблену діагностику технічного стану автомобіля й одночасно усунення виявлених при цьому несправностей агрегатів, із заміною або ремонтом деталей; пофарбування кузова та інші роботи, потрібні для відновлення експлуатаційних властивостей автомобіля. СР автомобіля роблять із періодичністю понад один рік.

Нормативи і рекомендації для застосування СР і планово-запобіжного ремонту автомобіля та його агрегатів розроблені з урахуванням досягнутого рівня надійності автомобілів. Вони наведені в другій частині Положення.

*Поточний ремонт* (ПР) призначений для забезпечення роботоздатного стану рухомого складу з відновленням або заміною окремих його агрегатів, вузлів і деталей (крім базових \*), які досягли гранично допустимого стану. При ПР допускається одночасна заміна (комплексом) агрегатів, вузлів і деталей, близьких за ресурсом. Агрегати, вузли і деталі, що відпрацювали, направляють на спеціалізовані виробництва для відновлення їх як запасних частин і комплектування з них ремонтних комплектів\*\*. Застосування ремонтного комплекту має виключати додаткові втрати робочого часу на доводку його елементів і доставку деталей, яких не вистачає, на робоче місце. ПР повинен забезпечувати безвідказну роботу відремонтованих агрегатів, вузлів і деталей на пробіг не менше ніж до чергового ТО-2.

Щоб скоротити час простою рухомого складу, ПР виконують переважно агрегатним методом, при якому заміняють несправні або ті, що потребують КР, агрегати і вузли справними, взятими з обмінного фонду. Нормативи кількості оборотних агрегатів на автотранспортних підприємствах (на 100 автомобілів) наведені в табл. 3.3. Менші значення кількості оборотних агрегатів беруть: для рухомого складу, який не був у КР і має пробіг з початку експлуатації не більш як 75 % установлених нормативних пробігів; при річному пробігу до 40 тис. км для вантажних автомобілів і до 70 тис. км для автобусів і легкових автомобілів-таксі. Більші значення кількості оборотних агрегатів беруть: для автомобілів, які не були в КР, але мають пробіг з початку експлуатації понад 75 % установлених нормативних пробігів; для капітально відремонтованих автомобілів або рухомого

\* Базовою деталлю агрегату вважають найскладнішу і дорогу деталь (корпус, каркас, основу, блок та ін.), до якої кріпляться всі інші деталі.

\*\* Ремонтний комплект — набори агрегатів, вузлів і деталей, потрібних для усунення несправностей.

Таблиця 3.3

| Рухомий склад та його основний параметр  | Марка (модель) рухомого складу           | Кількість оборотних агрегатів             |                       |              |                        |                   |       |
|--|--|---|-----------------------|--------------|------------------------|-------------------|-------|
|  |  | Двигун                                    | Коробка передач (ГМП) | Вісь передня | Міст задній (середній) | Рульовий механізм |       |
| Легкові автомобілі класу: мало­го (робочий об'єм дви­гуна 1,2...1,8 л, суха маса авто­мобіля 850...1150 кг) середнього (1,8...3,5 л, 1150...1500 кг) | «Москвич-2138», ІЖ-2125, ВАЗ (крім 2121) | 3...4                                     | 3...4                 | 3...4        | 3...4                  | 3...4             |       |
|  | ГАЗ-24-01, -24-07                        | 6...8                                     | 6...8                 | 4...6        | 3...5                  | 3...4             |       |
| Автобуси класу: особливо мало­го (дов­жина до 5,0 м)   | РАФ-2203                                 | 6...8                                     | 6...8                 | 7...8        | 6...8                  | 6...8             |       |
|  | ПАЗ-672,                                 | 6...8                                     | 7...8                 | 6...8        | 6...8                  | 7...8             |       |
|  | КАвЗ-385                                 |   |                       |              |                        |                   |       |
|  | ЛАЗ-695Н, -695НГ, -6978, -697Р           | 7...9                                     | 7...9                 | 7...9        | 7...9                  | 7...9             |       |
| великого (10,5...12,0 м)   | ЛиАЗ-677, -677М, -677Г                   | 8...9                                     | 8...9                 | 8...9        | 8...9                  | 8...9             |       |
| Вантажні автомобілі за­гальнотранспортного при­значення вантажопідйом­ністю, т:  | 0,3...1,0                                | ІЖ-27151 (0,4 т)                          | 5...6                 | 4...5        | 4...5                  | 4...5             | 4...5 |
|  | 1,0...3,0                                | ЕрАЗ-762А, -762В (1 т)                    | 6...7                 | 2...3        | 2...3                  | 3...4             | 2...3 |
|  |  | ГАЗ-451М, -451ДМ                          | 5...6                 | 4...5        | 3...4                  | 3...4             | 2...3 |
|  | 3,0...5,0                                | ГАЗ-52-04, -52-07 (2,5 т), -52-27 (2,4 т) | 6...7                 | 4...5        | 4...5                  | 4...5             | 4...5 |
|  |  | ГАЗ-53А, -53-07 (4 т)                     | 4...5                 | 4...5        | 4...5                  | 3...5             | 3...4 |
|  | 5,0...8,0                                | КАЗ-608, -608В                            | 4...5                 | 3...5        | 3...5                  | 3...5             | 3...5 |
|  |  | ЗІЛ-130, -138 (5/6 т), * -138А (5,4 т)    | 4...5                 | 3...5        | 3...5                  | 3...5             | 2...4 |
|  |  | «Урал-377», -377Н (7,5 т)                 | 5...6                 | 4...5        | 4...5                  | 4...5             | 4...5 |
|  |  | МАЗ-500А                                  | 3...4                 | 4...5        | 3...4                  | 3...4             | 3...4 |
|  |  | МАЗ-5335 (8 т)                            | 3...4                 | 4...5        | 3...4                  | 3...4             | 2...3 |
|  |  | КамАЗ-5320                                | —**                   | 4...5        | 4...5                  | —**               | 4...5 |
|  |  | КрАЗ-257, -257БВ (12 т)                   | 3...4                 | 4...5        | 3...4                  | 3...4             | 3...4 |

\* У знаменнику для автомобілів випуску з 1980 р.

\*\* Норми для двигуна і заднього (середнього) моста автомобілів КамАЗ на­ведені в другій частині Положення для цієї сім'ї рухомого складу.

складу, з якого не менше трьох основних агрегатів (у будь-якому поєднанні їх) капітально відремонтовані; при річному пробігу понад 40 тис. км для вантажних автомобілів і понад 70 тис. км для автобусів і легкових автомобілів-таксі.

Склад обмінного фонду залежить від типу рухомого складу, умов роботи автотранспортних підприємств, системи керування запасами й охоплює такі основні агрегати і вузли у складеному вигляді: двигун, коробку передач, гідромеханічну передачу, задній міст, передню вісь, рульове керування, підйомний пристрій платформи, коробку відбору потужності, а також вузли відповідно до Положення.

Обмінний фонд створюють і підтримують за рахунок надходження нових і відремонтованих агрегатів та вузлів, у тому числі й оприбуткованих із списаних автомобілів. Відповідальність за тримання у справному стані обмінного фонду несе виробничо-технічна служба.

Для автотранспортних засобів, до яких ставляться підвищені вимоги безпеки руху (автобуси, автомобілі-таксі та ін.), рекомендують регламентувати частину робіт ПР (планово-запобіжний ремонт) для попередження відказів: які впливають на безпеку руху; вартість усунення яких нижча від вартості ремонту за потребою, включаючи збитки від простоїв рухомого складу; які найчастіше виникають при використанні автомобіля в конкретних умовах експлуатації. Частина операцій планово-запобіжного ПР малої трудомісткості може виконуватись разом із ТО. Цей вид ремонту називається супровідним. Переліки операцій, періодичності і трудомісткості планово-запобіжного ремонту наведені у другій частині Положення для конкретної сім'ї рухомого складу.

Щоб забезпечити справний стан рухомого складу з періодичністю 0,5...0,6 від пробігу до КР, слід проводити ПР, який охоплює: поглиблений огляд, контроль (діагностування) технічного стану елементів кузова, кабіни, рами і встановлених на них вузлів; проведення за результатами контролю (діагностування) потрібного ремонту, що передбачає відновлення (заміну) деталей і вузлів, які досягли граничного стану; герметизацію зварних швів і ущільнень; усунення вм'ятин і тріщин на панелях і каркасі кузова, кабіни і рами; видалення продуктів корозії, відновлення протикорозійного покриття кузова, кабіни і рами; пофарбування кузова, кабіни і рами автомобіля. У помірньо-холодному, холодному і дуже холодному кліматичних районах ці роботи виконують перед настанням холодної пори року. Загальна тривалість перебування рухомого складу в ТО і ремонті не повинна перевищувати нормативів, наведених у табл. 3.4.

Автомобілі й агрегати, які не придатні за своїм технічним станом до дальшої експлуатації або КР і пройшли встановлений амортизаційний термін, підлягають списанню в установленому порядку. При цьому агрегати, вузли і деталі, які придатні для подальшого вико-

Таблиця 3.4

| Рухомий склад<br>(випуску після 1972 р.)             | Простий  |  |
|--|--|--|
|  | ТО і ПР на авто-<br>транспортному<br>підприємстві,<br>днів/1000 км | КР на спеці-<br>алізованому<br>ремонтному<br>підприємстві,<br>днів |
| Легкові автомобілі                                   | 0,30...0,40  | 18   |
| Автобуси особливо малого, малого і середнього класів | 0,30...0,50  | 20   |
| Автобуси великого класу                              | 0,50...0,55  | 25   |
| Вантажні автомобілі вантажопідйомністю, т:           |  |  |
| 0,3...5  | 0,40...0,50  | 15   |
| 5 і більше   | 0,50...0,55  | 22   |
| Причепи і напівпричепи                               | 0,10...0,15  | —  |

ристання або підлягають КР, оприбутковують для поповнення обмінного фонду АТП. Елементи автомобіля, що відпрацювали, направляють на спеціалізовані дільниці підприємства для відновлення.

### 3.4. Нормативи трудомісткості технічного обслуговування і ремонту рухомого складу автомобільного транспорту

**Вихідні нормативи** трудомісткості ТО і ремонту рухомого складу наведені в табл. 3.2. Вони розраховані на повне або часткове поєднання таких умов: перша категорія умов експлуатації; базові моделі автомобілів; на автотранспортному підприємстві виконується ТО і ремонт 200...300 од. рухомого складу, об'єднаних у три технологічно сумісні групи; пробіг від початку експлуатації становить 50...75 % пробігу до КР; рухомий склад працює в помірному кліматичному районі; оснащення АТП засобами механізації — згідно з Табелем технологічного устаткування.

У наведених нормативах трудомісткості ЩО охоплює трудомісткість ручних прибиральних і мийних робіт. При застосуванні механізованих мийних установок трудомісткість ЩО, визначена Положенням, повинна бути зменшена за рахунок виключення із загальної трудомісткості ЩО мийних робіт, пов'язаних із застосуванням ручної праці. У загальному обсязі робіт трудомісткість мийних робіт становить приблизно 55 % для легкових автомобілів, 35 % — для автобусів, 65 % — для вантажних автомобілів і причіпного складу. Заправні операції, постановку автомобіля на стоянку, а також перевірку технічного стану виконують водії за рахунок підготовчо-заключного часу і механік контрольно-технічного пункту (КТП).

До нормативів ТО-1 і ТО-2 не входить трудомісткість ЩО. Трудомісткість додаткових робіт СО до трудомісткості ТО-2 становить

50 % — для дуже холодного і дуже жаркого сухого кліматичних районів, 30 % — для холодного і жаркого сухого районів, 20 % — для інших районів.

Нормативи табл. 3.2 не враховують трудових затрат на допоміжні роботи, які встановлюють у межах не більше 30 % сумарної трудомісткості ТО і ПР по автотранспортному підприємству.

До складу допоміжних робіт входять: обслуговування устаткування, складські, прибиральні та інші роботи, пов'язані із ТО і ремонтом рухомого складу.

Вихідні нормативи уточнюють у другій частині Положення для сім'ї автомобілів і коректують з урахуванням умов експлуатації.

**Коректування нормативів.** Автотранспортним підприємствам і територіальним об'єднанням автотранспорту надане право коректувати нормативи ТО і ремонту зміною кількісного значення їх при роботі рухомого складу в умовах, що відрізняються від тих, які прийняті для вихідних нормативів, з урахуванням конкретних умов експлуатації: ресурсні (на державному, галузевому і внутрішньогалузевому рівнях) — для створення автотранспортним підприємствам порівнянних умов роботи; оперативні (на внутрішньогалузевому і господарському рівнях) — для забезпечення ефективного використання на АТП трудових і матеріальних ресурсів.

Коректування роблять зміною кількісного значення нормативів ТО, переліку операцій ТО; співвідношення між обсягом робіт ТО і ремонту за рахунок включення до ТО характерних, що часто повторюються, операцій ПР.

Коректування нормативів ТО і ремонту рухомого складу залежно від умов експлуатації здійснюють відповідно до їхньої класифікації (табл. 3.5), яка охоплює п'ять категорій умов експлуатації. Категорія умов експлуатації автомобілів характеризується типом дорожнього покриття  $D$ , типом рельєфу місцевості  $P$ , по якій пролягає дорога, й умовами руху.

Визначено шість типів (матеріалів) дорожнього покриття:  $D_1$  — цементобетон, асфальтобетон, бруцатка, мозаїка;  $D_2$  — бітумінеральні суміші (щебінь або гравій, оброблені бітумом);  $D_3$  — щебінь (гравій) без обробки, дьогтебетон;  $D_4$  — булижник, колотий камінь, ґрунт і маломіцний камінь, оброблені в'язучими матеріалами, дорога по снігу;  $D_5$  — ґрунт, укріплений або поліпшений місцевими матеріалами, лежневі і брускові покриття;  $D_6$  — природні ґрунтові дороги, тимчасові внутрішньокар'єрні і відвальні дороги, під'їзні шляхи, що не мають твердого покриття; а також п'ять типів рельєфу місцевості:  $P_1$  — рівнинний (до 200 м);  $P_2$  — слабогорбистий (2000 ... 300 м);  $P_3$  — горбистий (300 ... 1000 м);  $P_4$  — гористий (1000 ... 2000);  $P_5$  — гірський (більш як 2000 м).

Вихідні нормативи, які регламентують ТО і ремонт рухомого складу, для забезпечення високої експлуатаційної надійності автомо-

Таблиця 3.5

| Категорія умов експлуатації | Умови руху   |  |  |
|-----------------------------|--|--|--|
|                             | за межами приміської зони (більш як 50 км від границі міста) | у малих містах (до 100 тис. жителів) і в приміській зоні | у великих містах (більш як 100 тис. жителів) |
| I                           | $D_1 - P_1, P_2, P_3$  | —  | —  |
| II                          | $D_1 - P_4$  | $D_1 - P_1, P_2, P_3, P_4$                               | —  |
|                             | $D_2 - P_1, P_2, P_3, P_4$                                   | $D_2 - P_1$  |  |
|                             | $D_3 - P_1, P_2, P_3$  |  |  |
| III                         | $D_1 - P_5$  | $D_1 - P_5$  | $D_1 - P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$              |
|                             | $D_2 - P_5$  | $D_2 - P_2, P_3, P_4, P_5$                               | $D_2 - P_1, P_2, P_3, P_4$                   |
|                             | $D_3 - P_4, P_5$   | $D_3 - P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$                          | $D_3 - P_1, P_2, P_3$                        |
|                             | $D_4 - P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$                              | $D_4 - P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$                          | $D_4 - P_1$                                  |
| IV                          | $D_5 - P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$                              | $D_5 - P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$                          | $D_2 - P_5$                                  |
|                             |  |  | $D_3 - P_4, P_5$                             |
|                             |  |  | $D_4 - P_2, P_3, P_4, P_5$                   |
|                             |  |  | $D_5 - P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$              |
|                             |  |  |  |
| V                           |  | $D_6 - P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$                          |  |

білів, підвищення продуктивності праці ремонтно-обслуговуючих робітників і скорочення затрат на ТО і ремонт рухомого складу уточнюють стосовно конкретних автомобілів і коректують за допомогою коефіцієнтів залежно від таких факторів: умов експлуатації автомобілів —  $K_1$ ; модифікації рухомого складу та організації його роботи —  $K_2$ ; природно-кліматичних умов —  $K_3$ ; пробігу з початку експлуатації —  $K_4$  і  $K_4'$ ; розмірів автотранспортного підприємства і кількості технологічно сумісних груп рухомого складу —  $K_5$ .

Вихідний коефіцієнт коректування, що дорівнює 1,0, беруть: для I категорії умов експлуатації; базових моделей автомобілів; помірного кліматичного району з помірною агресивністю навколишнього середовища; пробігу рухомого складу з початку експлуатації, що становить 50...75 % пробігу до КР; АТП, на яких провадиться ТО і ремонт 200...300 од. рухомого складу, що входить до трьох технологічно сумісних груп (табл. 3.6).

Технологічно сумісна група охоплює автомобілі, конструкція яких дає змогу використовувати одні й ті самі пости та устаткування для ТО і ремонту. Організація робіт і вибір устаткування для ТО і ремонту автомобілів усередині кожної технологічно сумісної групи здійснюється з урахуванням виробничої програми. Спеціальні або спеціалізовані автомобілі (за винятком самоскидів і фургонів) об'єднують у додаткові технологічно сумісні групи з урахуванням базової

Таблиця 3.6

| Типи рухомого складу на автотранспортному підприємстві | Технологічно сумісні групи за типами і базовими марками рухомого складу |                     |           |                   |                              |
|--|---|---------------------|-----------|-------------------|------------------------------|
|  | I   | II                  | III       | IV                | V                            |
| Автомобілі:  |   |                     |           |                   |                              |
| легкові  | АЗЛК, ІЖ, ВАЗ   | ГАЗ                 | —         | —                 | —                            |
| вантажні   | ІЖ  | УАЗ, ЕрАЗ, РАФ, УАЗ | ГАЗ       | ЗІЛ, Урал         | КАЗ, ЛАЗ (карб.), ЛАЗ (диз.) |
| Автобуси   | —   | РАФ, УАЗ            | ПАЗ, КАВЗ | ЛАЗ (карб.), ЛиАЗ | ЛАЗ (диз.)                   |

*Примітки:* 1. Технологічно сумісна група охоплює рухомий склад, конструкція якого дає змогу використовувати одні й ті самі пости й устаткування для ТО і ПР.

2. Організацію робіт і вибір устаткування для ТО і ремонту рухомого складу всередині кожної технологічно сумісної групи здійснюють із урахуванням виробничої програми.

3. Спеціальний і спеціалізований рухомий склад (за винятком автомобілів-самоскидів і автомобілів-фургонів) формується з урахуванням базової моделі автомобіля і складності конструкції встановленого на ньому спеціального обладнання.

моделі автомобіля і складності встановленого на ньому спеціального обладнання.

*Результуючий коефіцієнт коректування* нормативів утворюється перемноженням окремих коефіцієнтів: періодичність ТО —  $K_1K_3$ ; пробіг до КР —  $K_1K_2K_3$ ; трудомісткість ТО —  $K_2K_5$ ; трудомісткість ПР —  $K_1K_2K_3K_4K_5$ ; витрата запасних частин —  $K_1K_2K_3$ .

Результуючі коефіцієнти коректування нормативів періодичності ТО і пробігу до КР повинні бути не менш як 0,5.

Значення коефіцієнтів коректування ( $K_1$  — залежно від умов експлуатації;  $K_2$  — від модифікації рухомого складу та організації його роботи;  $K_3K_3'K_3''$  — від природно-кліматичних умов;  $K_3 = K_3'K_3''$ ;  $K_4, K_4'$  — від пробігу з початку експлуатації;  $K_5$  — від кількості обслуговуваних і ремонтваних автомобілів і технологічно сумісних груп рухомого складу) наведені у табл. 3.7...3.11.

Тривалість простою рухомого складу в ТО і ремонті планують згідно з нормативами, наведеними у табл. 3.4, і коректують, перемножуючи нормативи на коефіцієнт  $K_4'$  (табл. 3.10), який залежить від пробігу з початку експлуатації.

В умовах АТП режими ТО автомобілів можуть також коректуватися відповідно до об'єктивних даних діючої системи обліку відказів і несправностей автомобілів, витрат на їхні ТО і ремонт. Основним методом коректування режимів ТО та обсягу супровідних, ремонт-



Таблиця 3.7

| Категорія умов експлуатації | $K_1$ для коректування нормативів |                           |                 |                            |
|-----------------------------|-----------------------------------|---------------------------|-----------------|----------------------------|
|                             | періодичності ТО                  | питомої трудомісткості ПР | пробігу до КР * | витрати запасних частин ** |
| I                           | 1,0                               | 1,0                       | 1,0             | 1,00                       |
| II                          | 0,9                               | 1,1                       | 0,9             | 1,10                       |
| III                         | 0,8                               | 1,2                       | 0,8             | 1,25                       |
| IV                          | 0,7                               | 1,4                       | 0,7             | 1,40                       |
| V                           | 0,6                               | 1,5                       | 0,6             | 1,65                       |

\* При коректуванні норми пробігу до КР двигуна  $K_1$  беруть таким, що дорівнює: 0,7 — для III категорії умов експлуатації; 0,6 — для IV категорії; 0,5 — для V категорії.

\*\* Відповідно коефіцієнт  $K_1$  коректування норм витрати запасних частин для двигуна становить: 1,4 — для III категорії умов експлуатації; 1,65 — для IV категорії; 2,0 — для V категорії.

*Примітка.* Після визначення з коректованою періодичністю ТО перевіряють її кратність між видами ТО з наступним округленням для цілих сотень кілометрів.

Таблиця 3.8

| Модифікація рухомого складу та організація його роботи              | $K_1$ для коректування нормативів |               |                         |
|---|-----------------------------------|---------------|-------------------------|
|   | трудомісткості ТО і ПР            | пробігу до КР | витрати запасних частин |
| Базовий автомобіль  | 1,00                              | 1,00          | 1,00                    |
| Сідельний тягач   | 1,10                              | 0,95          | 1,05                    |
| Автомобілі:   |                                   |               |                         |
| з одним причепом  | 1,15                              | 0,90          | 1,10                    |
| з двома причепами   | 1,20                              | 0,85          | 1,20                    |
| Автомобілі-самоскиди:   |                                   |               |                         |
| при роботі на плечах понад 5 км                                     | 1,15                              | 0,85          | 1,20                    |
| з одним причепом або при роботі на коротких плечах (до 5 км)        | 1,20                              | 0,80          | 1,25                    |
| з двома причепами   | 1,25                              | 0,75          | 1,30                    |
| Спеціалізований рухомий склад (залежно від складності обладнання) * | 1,10                              | —             | —                       |
|   | 1,20                              | —             | —                       |

\* Нормативи трудомісткості ТО і ПР спеціалізованого рухомого складу уточнюються в другій частині Положення по конкретній сім'ї рухомого складу.

них робіт є врахування умов експлуатації автомобілів, а також аналіз фактично виконуваних у цьому підприємстві операцій ТО і ПР, які безпосередньо пов'язані з режимами і якістю виконуваних профілактичних робіт. Періодичність ТО коректують виходячи з умов експлуатації рухомого складу, а перелік профілактичних робіт (до якого переносять операції ПР, що часто повторюються, і виключають

Таблиця 3.9

| Кліматичний район  | $K'_3, K''_3$ для коректування нормативів |                           |               |                         |
|--|---|---------------------------|---------------|-------------------------|
|  | періодичності ТО                          | питомої трудомісткості ПР | пробігу до КР | витрати запасних частин |
|  | <i>Коефіцієнт <math>K'_3</math></i>       |                           |               |                         |
| Помірний   | 1,0                                       | 1,0                       | 1,0           | 1,0                     |
| Помірно теплий   | 1,0                                       | 0,9                       | 1,1           | 0,9                     |
| Вологий, теплий вологий, жаркий сухий, дуже жаркий сухий | 0,9                                       | 1,1                       | 0,9           | 1,1                     |
| Помірно холодний   | 0,9                                       | 1,1                       | 0,9           | 1,1                     |
| Холодний   | 0,9                                       | 1,2                       | 0,8           | 1,25                    |
| Дуже холодний  | 0,8                                       | 1,3                       | 0,7           | 1,4                     |
|  | <i>Коефіцієнт <math>K''_3</math></i>      |                           |               |                         |
| З високою агресивністю навколишнього середовища          | 0,9                                       | 1,1                       | 0,9           | 1,1                     |

*Примітки:* 1. Нормативи коректують для серійних моделей, у конструкції яких не враховані специфічні особливості роботи в цих районах.

2. Агресивність навколишнього середовища враховують і при постійному використанні рухомого складу для перевезення хімічних вантажів, які спричиняють інтенсивну корозію деталей.

Таблиця 3.10

| Пробіг з початку експлуатації, у частках від нормативного до КР | Автомобілі |        |          |        |         |        |
|---|------------|--------|----------|--------|---------|--------|
|   | вантажні   |        | автобуси |        | легкові |        |
|   | $K_4$      | $K'_4$ | $K_4$    | $K'_4$ | $K_4$   | $K'_4$ |
| До 0,25   | 0,4        | 0,7    | 0,5      | 0,7    | 0,4     | 0,7    |
| Понад 0,25 до 0,50  | 0,7        | 0,7    | 0,8      | 0,7    | 0,7     | 0,7    |
| » 0,50 » 0,75   | 1,0        | 1,0    | 1,0      | 1,0    | 1,0     | 1,0    |
| » 0,75 » 1,00   | 1,2        | 1,2    | 1,3      | 1,3    | 1,4     | 1,3    |
| » 1,00 » 1,25   | 1,3        | 1,3    | 1,4      | 1,4    | 1,5     | 1,4    |
| » 1,25 » 1,50   | 1,4        | 1,3    | 1,5      | 1,4    | 1,6     | 1,4    |
| » 1,50 » 1,75   | 1,6        | 1,3    | 1,8      | 1,4    | 2,0     | 1,4    |
| » 1,75 » 2,00   | 1,9        | 1,3    | 2,1      | 1,4    | 2,2     | 1,4    |
| » 2,00  | 2,1        | 1,3    | 2,5      | 1,4    | 2,5     | 1,4    |

Таблиця 3.11

| Кількість автомобілів, які обслуговуються і ремонтуються на автотранспортному підприємстві | $K_8$ для технологічно сумісних груп рухомого складу |      |          |
|--|--|------|----------|
|  | менше 3  | 3    | більше 3 |
| До 100   | 1,15   | 1,20 | 1,30     |
| Понад 100 до 200   | 1,05   | 1,10 | 1,20     |
| » 200 » 300  | 0,95   | 1,00 | 1,10     |
| » 300 » 600  | 0,85   | 0,90 | 1,05     |
| » 600  | 0,80   | 0,85 | 0,95     |

*Примітка.* Кількість автомобілів у технологічно сумісній групі має бути не менш як 25.

нехарактерні в цих умовах експлуатації операції ТО) уточнюють на підставі сумісного аналізу операцій ТО і ремонту. Операції су-проводного ПР включають до переліку обов'язкових ТО залежно від фактичної середньої періодичності виконання їх, групи, до якої вони належать, прийнятої на підприємстві періодичності ТО-1 і ТО-2, а також їхньої кратності. При коректуванні переліків робіт відповідно змінюються трудомісткості ТО і ремонту.

Оперативне коректування переліків операцій ТО в конкретних умовах експлуатації роблять тільки після впровадження на АТП рекомендацій Положення і при наявності достовірної інформації про напрацювання на випадок ПР і витрат на виконання робіт. При цьому використовують діагностування технічного стану автомобілів.

**Приклад.** На автотранспортному підприємстві, розташованому в помірному кліматичному районі, працює 100 автомобілів-самоскидів ЗІЛ-ММЗ-555, що мають пробіг з початку експлуатації від 150 до 200 тис. км. Автомобілі працюють у приміській зоні на дорогах із щобєнєвим покриттям, на пагорбистій місцевості. Визначити норми пробігу до і після КР, періодичності і трудомісткості ТО і ремонту.

**Розв'язання.** 1. Дорожні умови експлуатації належать до III категорії (див. табл. 3.5).

2. Норма пробігу до КР  $L_{KP}$  визначається виходячи з норми пробігу базового автомобіля ЗІЛ-130 (див. табл. 3.2) з урахуванням результуючого коефіцієнта  $K$ :

$$K = K_1 K_2 K_3; \quad K_1 = 0,8 \text{ (див. табл. 3.7);}$$

$$K_2 = 0,85 \text{ (див. табл. 3.8);} \quad K_3 = 1,0 \text{ (див. табл. 3.9);}$$

$$L_{KP} = 300K = 300 \cdot 0,8 \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 204 \text{ тис. км.}$$

Після КР норма пробігу автомобіля  $L'_{KP}$  повинна становити не менш як 80 % пробігу до КР, тобто

$$L'_{KP} = 204 \cdot 0,8 = 163 \text{ тис. км.}$$

3. Періодичність ТО беруть із урахуванням даних табл. 3.1, 3.7 і 3.9:  
для ТО-1

$$3000 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 2400 \text{ км};$$

для ТО-2

$$12000 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 9600 \text{ км.}$$

4. Трудомісткість технічного обслуговування і ПР визначають виходячи з трудомісткості для базового автомобіля ЗІЛ-130 (див. табл. 3.2) з урахуванням результуючого коефіцієнта  $K$ :  
для ТО

$$K = K_2 K_5;$$

$$K_2 = 1,15 \text{ (див. табл. 3.8); } K_5 = 1,05 \text{ (див. табл. 3.11);}$$

$$K = K_2 K_5 = 1,15 \cdot 1,05 = 1,2;$$

для ПР

$$K = K_1 K_2 K_3 K_4 K_5;$$

$$K_1 = 1,2 \text{ (див. табл. 3.7); } K_2 = 1,15 \text{ (див. табл. 3.8);}$$

$$K_3 = 1,0 \text{ (див. табл. 3.9);}$$

$K_4 = 1,2$  (див. табл. 3.10) — співвідношення фактичного й нормативного пробігів до першого КР становить  $150/204 \dots 200/204 = 0,73 \dots 0,98$ ;

$$K_5 = 1,05 \text{ (див. табл. 3.11); } K = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,05 = 1,72.$$

Тоді трудомісткість:

для ЩО

$$0,45 \cdot 1,20 = 0,54 \text{ люд.-год};$$

для ТО-1

$$2,5 \cdot 1,20 = 3,0 \text{ люд.-год};$$

для ТО-2

$$10,6 \cdot 1,20 = 12,7 \text{ люд.-год};$$

для СО

$$0,20 \text{ трудомісткості ТО-2, } 1,27 \cdot 0,2 = 2,54 \text{ люд.-год};$$

для ПР

$$4,0 \cdot 1,72 = 6,9 \text{ люд.-год.}$$

### 3.5. Основні напрями дальшого вдосконалювання системи технічного обслуговування і ремонту автомобілів

Виконання профілактичних і ремонтних робіт автомобільної техніки в заздалегідь запланований термін або після певного напрацювання не цілком задовольняє зрослі вимоги створення безпеки дорожнього руху та економічної експлуатації рухомого складу. Не виключені випадки появи відказів і несправностей. Деякі профілактичні роботи виконують передчасно або із запізненням. Основною причиною такого становища є те, що більшість робіт на ТО і ремонті автомобільної техніки здійснюється без урахування фактичного технічного стану елементів автомобіля. У зв'язку з цим нарізла потреба дальшого вдосконалювання системи ТО і ремонту автомобільної техніки.

Найдосконалішою системою ТО і ремонту автомобілів слід вважати таку, яка найповніше забезпечує взаємодію процесів зміни технічного стану автомобіля (тобто процесів зміни діагностичних параметрів) і процесів відновлення. Класичним прикладом такої системи можуть бути обслуговування і ремонт автомобільної техніки за технічним станом.

*Технічне обслуговування автомобілів за технічним станом називається планово-запобіжним.* Періодичність і обсяг робіт технічної діагностики планують. Запобіжний характер їх забезпечується постійним спостереженням за надійністю і технічним станом автомобілів з метою своєчасного виявлення передвідказного стану. Принцип попередження відказів і несправностей є основним. З цією метою широко можна використовувати призначення попереджуючих допусків.

*Попереджуючий допуск* — сукупність значень параметрів між граничним і передвідказним рівнями. Вихід параметра за граничний стан означає відказ, досягнення передвідказного рівня — потребу здійснення профілактичних заходів.

Технічне обслуговування і ремонт автомобілів за технічним станом ґрунтуються на глибокому знанні показників надійності елементів автомобіля, застосуванні об'єктивних засобів технічної діагностики, забезпеченні високого рівня експлуатаційної технологічності конструкцій. Інформаційною основою цих методів є відомості про надійність, технічний стан і експлуатаційні затрати на ТО і ремонт автомобілів.

Застосування таких методів можливе за умови забезпечення: заданого рівня безвідказності елементів автомобіля і можливості прогнозування рівня їхньої роботоздатності; своєчасного виявлення відказів і несправностей, у тому числі на ранніх стадіях їхнього розвитку, а також потрібного рівня контролепридатності, наявності індикації відказів, методів і засобів контролю; потрібного рівня експлуатаційної технологічності конструкцій, який дає змогу оперативно відновлювати роботоздатність і справність елементів автомобіля; екстремального значення цільової функції — мінімум сумарної питомої вартості ТО і ремонту при своєчасній окупності додаткових капітальних вкладень.

Можливі два варіанти ТО і ремонту автомобілів за технічним станом: із контролем рівня надійності елементів автомобіля; із контролем параметрів агрегатів.

*При ТО і ремонті автомобілів за технічним станом з контролем рівня надійності елементів автомобіля* елементи рухомого складу експлуатують без обмеження ресурсу до відказу. Фактичний рівень надійності елементів автомобіля (наприклад, параметр потоку відказів) не повинен перевищувати встановленого верхнього статистичного рівня. У разі перевищення цього рівня за інших однакових умов для певних елементів автомобіля останній направляють на обслугову-

вання або ремонт; тимчасово визначають міжремонтний ресурс, який розглядають як сигнал про необхідність підвищення надійності цих елементів автомобіля. Щоб застосувати цей метод, треба чітко організувати систему збирання та обробки інформації про відкази і несправності елементів автомобілів в АТП.

При ТО і ремонті автомобілів за технічним станом із контролем параметрів агрегатів після відпрацювання устанавленого ресурсу передбачаються неперервний або періодичний контроль і зміна параметрів, які визначають технічний стан тих чи інших агрегатів. За результатами контролю приймають рішення про продовження експлуатації автомобіля до наступної перевірки. Зміна функціональних і діагностичних параметрів агрегатів провадиться з певною періодичністю в русі і при виконанні ТО та ремонту автомобіля.

Прогноз технічного стану або надійності агрегату ставлять на період не менш як до наступної перевірки значень параметрів. Паралельно використовують статистичну інформацію про надійність елементів автомобіля. Дані прогнозу — технічна основа для прийняття рішення про допуск агрегату до дальшої експлуатації. ТО і ремонт автомобілів за технічним станом із контролем параметрів експлуатованих агрегатів автомобіля належать до найбільш ефективних, а для найбільш складних і відповідальних агрегатів — і до єдино можливих.

Застосування ТО і ремонту автомобілів за технічним станом потребує: широкого впровадження на АТП засобів і методів технічної діагностики, цифрових ЕОМ для оцінки і прогнозування технічного стану елементів, а також для збирання і обробки статистичної інформації про надійність автомобілів; створення на підприємствах спеціальних підрозділів, які виконують роботи щодо оцінки і прогнозування технічного стану автомобілів і приймають рішення про допуск їх до експлуатації або призначення необхідних профілактичних чи ремонтних заходів.

Застосування ТО і ремонту автомобілів за технічним станом дасть змогу повніше використовувати «індивідуальні» можливості елементів автомобіля без збільшення ймовірності їхнього відказу, а також удосконалювати конструкції новостворюваних моделей автомобілів.

### Контрольні запитання

1. Що являє собою автомобільна транспортна система і на які функціональні самостійні системи її можна поділити?
2. Яка різниця між профілактичними і ремонтними роботами?
3. Як формують систему ТО і ремонту автомобілів?
4. Якими показниками оцінюють режими ТО автомобілів?
5. На яких етапах і як коректують режими ТО автомобілів?
6. У чому суть планово-запобіжної системи ТО автомобілів?
7. Яка мета діагностування автомобілів?
8. На які види поділяються ТО і ремонт автомобілів?
9. Як можна визначити економічну доцільність КР автомобіля?

10. Залежно від чого і як коректують нормативи ТО і ремонту автомобілів?
11. Які основні напрями дальшого вдосконалювання системи ТО і ремонту автомобілів?

## Глава 4

### ТЕХНІЧНА ДІАГНОСТИКА АВТОМОБІЛІВ

#### 4.1. Загальні положення

*Технологічний процес визначення технічного стану автомобіля без розбирання і висновок про потрібне обслуговування або ремонт називають діагностуванням.* Діагностика вивчає форми проявлення технічних станів, методи і засоби виявлення несправностей та прогнозування ресурсу роботи об'єкта без його розбирання. Вона дає змогу кількісно оцінювати безвідказність і ефективність автомобіля та прогнозувати ці властивості в межах залишкового ресурсу або заданого напрацювання. Діагностика підтримує на високому рівні надійність автомобілів, зменшує витрачання запасних частин, матеріалів і трудових витрат на ТО і ремонт, підвищує продуктивність автомобіля і знижує собівартість перевезень.

Діагностика автомобілів — це швидкий розвиток проблеми надійності, що базується на достатньо розробленому логічному фундаменті, на тонких математичних і фізичних методах, які дають змогу досягти оптимальних результатів.

Сучасна діагностика автомобілів виникла на стику таких наук, як інтроскопія, математична логіка, гармонічний аналіз, акустика, радіоізотопна техніка, психологія та ін. Внаслідок виняткової різноманітності, різнорідності і складності об'єктів діагностика автомобілів поки що не перетворилась у строго формалізовану систему, де будь-які проблеми можуть бути розв'язані за допомогою вичерпного набору готових алгоритмів. Тому для успішної діагностики потрібні особистий досвід і інженерна інтуїція.

Діагностування — технологічний елемент профілактики і ремонту, основний метод виконання контрольних робіт. Специфічною властивістю, якою діагностика відрізняється від звичайного визначення технічного стану, є передусім виявлення несправностей без розбирання.

Дуже важливе питання про технічну пристосованість діагностування до процесів ТО і ремонту автомобілів. Термін «технологічна пристосованість» впливає з прийнятого положення про те, що діагностування — це частина ТО автомобілів. Він не виключає керуючих функцій діагностування та його впливу на існуючу систему.

Пристосованість діагностування до ТО і ремонту виражається технологічним призначенням, глибиною визначення технічного ста-

ну і ступенем спеціалізації, тобто ступенем територіальної відособленості діагностичних робіт. Наприклад, може бути первинне діагностування, яке видає тільки сортувальну інформацію типу «придатний» — «непридатний», необхідну в основному для організації потоків ТО і ремонту, і технологічне діагностування, яке дає відомості про конкретні несправності об'єкта, що потрібно для його обслуговування. Перше може бути не пов'язане з ТО і ремонтом (тобто спеціалізоване), друге, навпаки, є частиною обслуговування і територіально входить до нього.

Тепер спеціальних засобів діагностування первинного виду («сортувального») поки що немає. Тому на цьому етапі використовують діагностування другого виду, забезпечене відповідними засобами при перевірці з регулюванням без переміщення автомобіля.

Згідно з ГОСТ 25044—81 технічна діагностика проводиться при введенні автомобілів в експлуатацію, технічному обслуговуванні і ремонті автомобіля.

**З а в д а н н я д і а г н о с т у в а н н я :**

1) перевірка справності і роботоздатності автомобіля в цілому і (або) його складових частин із установленою ймовірністю правильності діагностування;

2) пошук дефектів, які порушили справність і (або) роботоздатність автомобіля;

3) збирання вихідних даних для прогнозування залишкового ресурсу або ймовірності безвідказності роботи машини у міжконтрольний період.

На стадії розробки автомобіля встановлені такі елементи діагностування:

*вид, періодичність та обсяг* діагностування залежно від умов і специфіки експлуатації;

*првила і послідовність* діагностування;

*номенклатура* діагностичних параметрів та якісних ознак, що характеризують технічний стан автомобіля і забезпечують пошук можливих дефектів;

*номінальні, допустимі, граничні значення структурних діагностичних параметрів* і залежності значень параметрів від напрацювання автомобіля;

*вимоги до точності вимірювання* параметрів;

*номенклатура засобів діагностування і режими роботи автомобіля* та його складових частин;

*вимоги до контролепридатності* автомобіля;

*вимоги до техніки безпеки праці.*

Автотранспортне підприємство організовує і проводить діагностування автомобіля перед уведенням в експлуатацію, в процесі експлуатації згідно з рекомендаціями автомобільних заводів і чинних керівних документів.



Результати кожного діагностування автомобіля заносять до діагностичної і нагромаджувальної карт.

За результатами діагностування приймають рішення про можливість дальшої експлуатації автомобіля з призначеним ресурсом після проведення ТО або про потребу ремонту.

Обсяг робіт, що підлягають виконанню при ТО і ремонті, визначають на основі діагностування.

*Діагностична карта* (див. дод. 5) призначена для реєстрації результатів діагностування в усіх випадках діагностування і прийняття рішення про необхідні роботи при ТО і ремонті автомобіля. Діагностична карта є вихідним документом при виконанні нагромаджувальної карти в усіх випадках діагностування.

*Нагромаджувальна карта* (див. дод. 6) призначена для нагромадження інформації про зміни діагностичних параметрів у процесі експлуатації автомобіля, збирання вихідних даних для прогнозування залишкового ресурсу і ймовірності безвідказної роботи в межах міжконтрольного періоду. Нагромаджувальна карта ведеться на кожен автомобіль протягом усього терміну його експлуатації. При передачі автомобіля в іншу організацію нагромаджувальну карту передають разом із ним.

Основним документом для організації технічного діагностування при експлуатації і ремонті автомобіля є «Інструкція для експлуатації» або «Інструкція для технічного обслуговування автомобілів і машин, що монтуються на їхній базі».

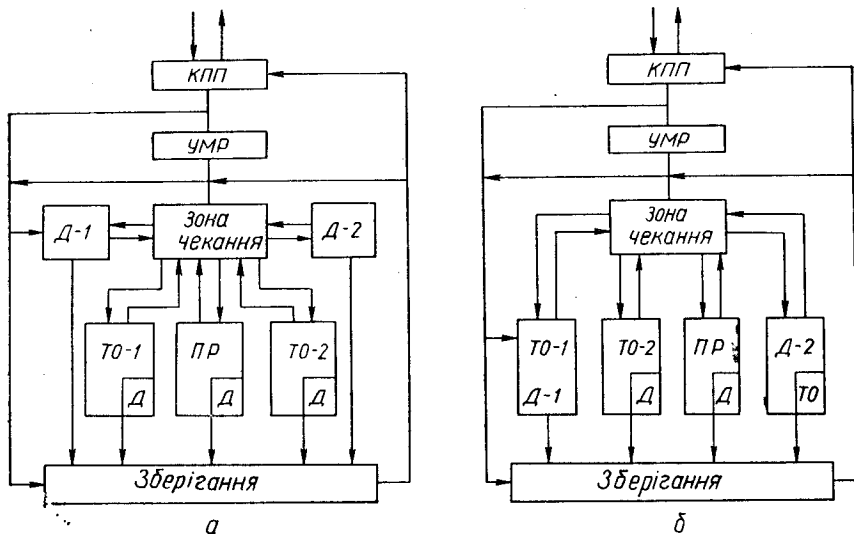


Рис. 4.1. Схема загального технологічного процесу автотранспортних підприємств при роздільному (а) і суміщеному (б) розміщенні Д-1

В АТП розрізняють такі види діагностики рухомого складу: *загальну діагностику* Д-1 з періодичністю ТО-1 (як частину його обсягу), призначену головним чином для механізмів, які гарантують безпеку руху (ГБР); *поглиблену діагностику* Д-2, яку роблять за один-два дні до ТО-2 для виявлення потреби в ремонті агрегатів автомобіля та причин зниження потужності двигуна й економічних показників. Крім того, засоби Д-1 застосовують для заключної діагностики механізмів, ГБР автомобіля після ТО-2 і ПР, засоби Д-2 — для уточнення потреби у великому ПР та перевірки якості його виконання.

Комплексне вирішення технологічних процесів ТО-1, ТО-2 і ПР із діагностикою Д-1 і Д-2 показано на рис. 4.1, а, б. Тут усі технологічні потоки умовно розв'язуються тільки через зону очікування (можливі і прямі переміщення між ділянками ТО, ПР та діагностики).

#### 4.2. Втрата робоздатності й основні завдання технічної діагностики автомобіля

*Робоздатність* — це здатність автомобіля виконувати потрібні функції, а також стан експлуатаційних властивостей у допустимих межах. Оскільки автомобіль є відновлюваною системою, визначення тактики і стратегії відновлення його робоздатності має велике значення. У зв'язку з цим доцільно розглянути процес робоздатності об'єкта експлуатації. Таким об'єктом можуть бути спряження, агрегат, вузол або автомобіль у цілому.

Загальна схема втрати робоздатності об'єкта експлуатації показана на рис. 4.2, де  $x$  — один із параметрів, що характеризують

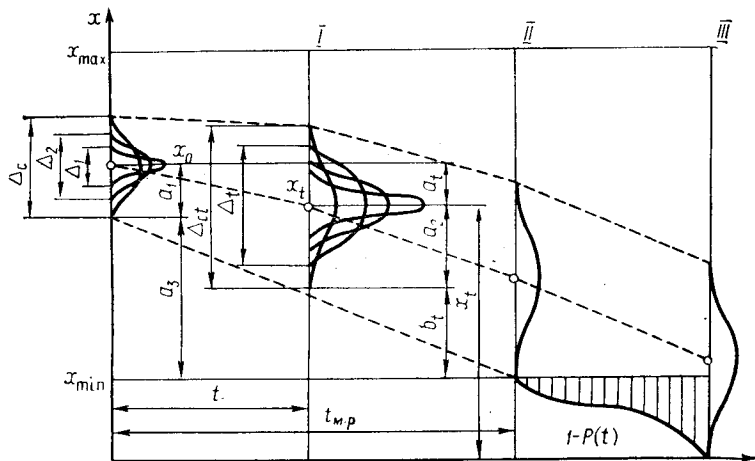


Рис. 4.2. Схема втрати робоздатності об'єкта експлуатації

його роботоздатність. Таких параметрів може бути кілька. Параметр  $x$  може мати будь-який фізичний зміст. На кожен параметр встановлюються допустимі границі, відповідно мінімальні  $x_{\min}$  і максимальні  $x_{\max}$  значення параметра. Якщо параметр лежить в інтервалі  $x_{\min} \dots x_{\max}$ , об'єкт вважають роботоздатним. У тому разі, коли хоча б один із параметрів виходить за границі допусків, об'єкт втрачає роботоздатність.

Припустимо, що в процесі експлуатації об'єкта значення параметра  $x$  поступово зменшується. Тоді зміна параметра  $x$  від початкового значення до  $x_{\min}$  є процесом зміни технічного стану об'єкта, постійною втратою ним роботоздатності.

Як приклад розглянемо втрату роботоздатності двигуна. Потужність двигуна позначимо через  $x$ . При конструюванні і виготовленні двигуна різні його вузли і механізми мають геометричну неточність внаслідок конструктивних особливостей і ступеня недосконаlosti виготовлення, що в експлуатації призводить до розкиду значень  $x$  у двигунів серії, яку випускає завод. Найчастіше розкид значень  $x$  підлягає нормальному закону. Позначимо розсіювання літерою  $\Delta_1$  (рис. 4.2).

У двигуна, що працює, внаслідок дії швидких фізичних процесів настане далі збільшення відхилення, яке визначиться полем розсіювання  $\Delta_2$ . Використовуючи ймовірнісний метод додавання дисперсій окремих процесів, дістаємо сумарне поле розсіювання:

$$\Delta_c = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2}.$$

Центр групування початкових значень параметра позначимо через  $x_0$ . Тоді запас параметра

$$a_3 = x_0 - a_1 - x_{\min},$$

де  $a_1 = 1/2\Delta_c$  — початкова неточність значення параметра.

У процесі експлуатації двигуна його деталі поступово спрацьовуються. Ця обставина враховується в моделі тим, що передбачається наявність середньої швидкості  $v$  зменшення центра групування значень параметрів. За час  $t$  початкове значення  $x_0$  зміститься на  $a_t = vt$ .

Оскільки процес спрацьовування відбувається не детерміновано, а випадково, тут також буде поле розсіювання, яке позначимо через  $\Delta_t$ . До моменту  $t$  після початку експлуатації сумарне розсіювання значень параметра має вигляд

$$\Delta_{ct} = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_t^2},$$

а середнє відхилення значень параметра

$$a_2 = 1/2\Delta_{ct}.$$

У момент  $t$  центр групування значень параметра  $x_t = x_0 - a_t$ , а решту резерву  $b_t$  доводять до мінімально допустимого рівня:

$$b_t = x_t - a_2 - x_{\min} = x_0 - a_t - a_2 - x_{\min}.$$

Розглядуваному моменту на рис. 4.2 відповідає стан I.

Надалі при експлуатації двигуна зростає можливість виходу параметра  $x$  за мінімально допустимий рівень. Кількісно це можна оцінити ймовірністю безвідказної роботи  $P(t)$  за час  $t$ .

При нормальному законі розсіювання параметрів ймовірність безвідказної роботи  $P(t)$  можна визначити з виразу

$$P(t) = 0,5 + \Phi\left(\frac{x_t - x_{\min}}{1/\sqrt{6}\Delta ct}\right),$$

де  $0 \leq \Phi \leq 0,5$  — нормована функція Лапласа.

Ймовірність безвідказної роботи  $P(t)$  практично дорівнюватиме одиниці доти, поки є резерв допустимих змін параметра (тобто  $b_t > 0$ ). Небезпеку становитимуть лише раптові відкази внаслідок зовнішніх дій, не пов'язаних із технічним станом двигуна.

При тривалій експлуатації двигуна інтенсивніше спрацьовуються деталі. В результаті погіршується його технічний стан і в якийсь момент часу резерв вичерпується (рис. 4.2, стан II). Ймовірність відказу  $1 - P(t)$  швидко наростатиме. Таким чином, момент вичерпання ресурсу має визначати міжремонтний ресурс виробу  $t_{\text{м.р.}}$ .

Експлуатація двигунів після моменту часу  $t_{\text{м.р.}}$  збільшує зону розсіювання параметрів і змінює їхній технічний стан. Це призводить до значного зменшення  $P(t)$  (рис. 4.2, стан III).

Щоб керувати цим процесом, треба знати справжній технічний стан автомобіля у будь-який момент часу. Вирішенням цих питань і займається технічна діагностика. Вона охоплює теорію та організацію процесів діагнозу, а також принципи побудови методів діагнозу.

*Діагноз — процес дослідження об'єкта.* Вузол, агрегат, система або автомобіль у цілому, стан яких визначають, називають об'єктом діагнозу. Завершення цього дослідження — це здобуття результату діагнозу, тобто висновку про стан об'єкта діагнозу. Характерними прикладами результатів діагнозу є висновки на зразок: об'єкт справний, об'єкт несправний, в об'єкті є якась несправність.

Щоб чіткіше уявити ділянку, яка охоплюється технічною діагностикою, розглянемо *три типи завдань для визначення стану об'єктів діагнозу*. До *першого* типу належать завдання для визначення стану, в якому перебуває об'єкт у сучасний момент часу (завдання діагнозу — від грец. *diagnosis* — розпізнавання, визначення), до *другого* — завдання для передбачення стану, в якому виявиться об'єкт у якийсь майбутній момент часу (завдання прогнозу — від грец. *prognosis* — передбачення), до *третього* — завдання для визначення стану, в якому

був об'єкт в якийсь момент часу в минулому (завдання генезису — від грец. *genesis* — походження, виникнення). Завдання першого типу належать до *технічної діагностики*, другого — до *технічної прогностики* (або, як частіше кажуть, до технічного прогнозування), а третього — до *технічної генетики*.

До завдань технічної прогностики належать, наприклад, завдання, пов'язані з визначенням терміну служби об'єкта або з призначенням періодичності ТО і ремонтів. Вирішують ці завдання, визначаючи можливі або ймовірні еволюції стану об'єкта, що розпочинаються в сучасний момент часу.

Завдання технічної генетики виникає, наприклад, у зв'язку з розслідуванням аварій та їх причин, коли теперішній стан об'єкта відрізняється від стану, в якому він був у минулому в результаті появи першопричини аварії. Розв'язують ці завдання, визначаючи можливі або ймовірні передісторії, що ведуть у теперішній стан об'єкта.

Отже, знання стану об'єкта в сучасний момент часу обов'язкове як для прогнозу, так і для генезису. Тому технічна діагностика є основою для прогнозування і генетики.

У багатьох випадках треба пересвідчитися в тому, що об'єкт справний, тобто в ньому немає жодної несправності. Це перевірка справності об'єкта. На етапі виробництва перевірка справності дає змогу довідатись, чи має об'єкт дефектні компоненти (деталі, елементи, вузли, блоки та ін.), а їх монтаж — помилки. Перевірка справності лежить в основі діяльності виробничих відділів технічного контролю. В умовах ремонту перевірка справності дає змогу пересвідчитися, чи усунуті під час ремонту всі несправності.

На етапі експлуатації при ТО об'єкта перед застосуванням його за призначенням або після такого застосування в ряді випадків треба пересвідчитись, чи може автомобіль виконувати всі функції, передбачені алгоритмом його функціонування. Це перевірка роботоздатності об'єкта, яка може бути менш повною, ніж перевірка справності, тобто може залишати невиявленими несправності, які не перешкоджають застосуванню об'єкта за призначенням.

На етапі експлуатації в процесі виконання об'єктом його алгоритму функціонування часто треба перевіряти правильність функціонування об'єкта, тобто стежити за тим, щоб не виникли в об'єкті несправності, які порушують його нормальну роботу в сучасний момент часу. Перевірка функціонування дає змогу запобігти недопустимим для нормальної роботи об'єкта впливам несправностей, що виникають в процесі використання об'єкта за призначенням. Перевірка правильності функціонування менш повна, ніж перевірка роботоздатності, бо інформує тільки про те, що об'єкт правильно функціонує в певному режимі роботи в сучасний момент часу. Інакше кажучи, у правильно функціонуючому об'єкті можуть бути несправності, які не дають йому змоги правильно працювати в інших режимах. Роботоздатний

об'єкт правильно функціонуватиме в усіх режимах і протягом усього часу його роботи. Таким чином, справний об'єкт завжди роботоздатний і правильно функціонує, а неправильно функціонуючий об'єкт завжди нероботоздатний і несправний. Правильно функціонуючий об'єкт може бути нероботоздатним і, отже, несправним. Роботоздатний об'єкт також може бути несправним.

Одне з найважливіших завдань діагнозу стану об'єкта — пошук несправностей, тобто виявлення місця і причин виникнення несправностей. Після усунення несправностей об'єкт може бути справним, роботоздатним або правильно функціонуючим.

Справні і всі несправні стани об'єкта створюють багато його технічних станів. Завдання перевірки справності, роботоздатності, правильності функціонування і пошуку несправностей є окремими випадками загального завдання діагнозу технічного стану об'єкта.

Таким чином, контрольно-діагностичні роботи — це інформаційний блок у системі відновлення втраченої в процесі експлуатації якості автомобіля. Діагностична інформація дає змогу оптимізувати технологічний процес відновлення якості конкретного автомобіля на основі знання справжнього його технічного стану.

#### 4.3. Системи діагностування технічного стану автомобіля

Технічний стан об'єкта діагнозу визначають за допомогою контрольно-діагностичних засобів. Взаємодія між собою об'єкта діагнозу й контрольно-діагностичних засобів є системою діагнозу. Ця взаємодія являє собою процес подачі на об'єкт діагнозу багаторазових дій (вихідних сигналів) і багаторазову зміну й аналіз відповідей (вихідних сигналів) об'єкта на ці дії. Дії на об'єкт можуть надходити від контрольно-діагностичних засобів або зовнішніх (по відношенню до системи діагнозу) сигналів, які визначаються робочим алгоритмом функціонування об'єкта.

Залежно від способу функціонування дії на об'єкт розрізняють системи функціонального і тестового діагнозу. Узагальнені функціональні схеми цих систем показані на рис. 4.3.

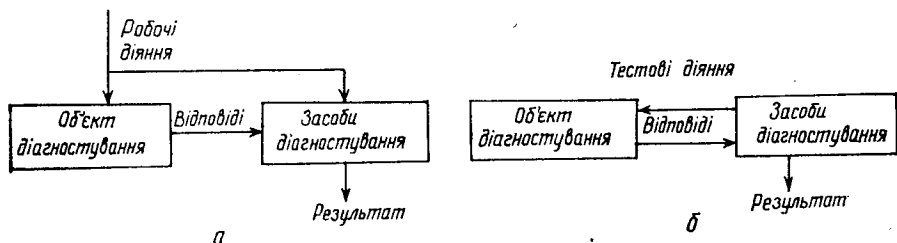


Рис. 4.3. Функціональні схеми систем діагнозу технічного стану автомобіля

У системах функціонального діагнозу дії, що надходять на основні входи об'єкта, задані його робочим алгоритмом функціонування (рис. 4.3, а). Ці дії називатимемо *робочими*. Системи функціонального діагнозу використовують в основному для перевірки правильного функціонування і пошуку несправностей найвідповідальніших агрегатів, вузлів і систем автомобіля, які порушують нормальне функціонування. Ці системи працюють, коли автомобіль застосовується за призначенням. Вони можуть використовуватись і в режимах імітації функціонування об'єкта. У цьому разі має бути забезпечена імітація робочих процесів. Таке використання систем функціонального діагнозу доцільне при налагоджуванні і ремонті об'єкта.

Найбільше поширені системи функціонального діагнозу, коли автомобіль використовується за призначенням. Так, водієві сучасного автомобіля надходить інформація про тиск масла в головній магістралі двигуна, температуру охолодної рідини, включення показчиків поворотів автомобіля і механізму блокування міжосьового диференціала, готовність до роботи електрофакельного підігрівника, спадання тиску нижче від певної границі в балонах контурів пневматичного гальмового привода гальмових механізмів передніх і задніх коліс окремо, рівень палива в баках, частоту обертання колінчастого вала, тиск повітря в контурах пневматичного гальмового привода механізмів робочої гальмової системи та ін. Ці сигнали дають змогу негайно реагувати на порушення правильності функціонування об'єкта (заміняти вузли і деталі, що відказали, переходити на інший режим функціонування, робити нескладні регулювання тощо), у багатьох випадках забезпечувати виконання заданого обсягу роботи і тим самим збільшувати ефективність використання автомобіля. З другого боку, вони дають змогу найповніше використовувати багатий досвід водіїв при вирішенні завдань оптимального керування технічним станом автомобілів для найефективнішого застосування їх.

Дальший розвиток системи функціонального діагнозу передбачає надання водієві інформації про основні експлуатаційні характеристики автомобіля: паливну економічність, динамічність, гальмівну ефективність, рівень забруднення навколишнього середовища. Найважливішою вимогою, що ставиться до систем функціонального діагнозу, є можливість керування режимами руху автомобіля для досягнення максимальної паливної економічності при створенні безпеки перевізного процесу.

У системах тестового діагнозу дії на об'єкт надходять від контрольно-діагностичних засобів (рис. 4.3, б). Склад і послідовність подачі цих дій вибирають із умов ефективності організації процесу діагнозу. Дії в системах тестового діагнозу називають *тестовими*. В результаті тестового діагнозу вирішуються завдання перевірки і пошуку несправностей, перевірки роботоздатності. Си-

стеми тестового діагнозу працюють, як правило, коли автомобіль не застосовується за прямим призначенням. Використання систем тестового діагнозу при працюючому об'єкті також можливе, але при цьому тестові дії можуть бути тільки такими, які не перешкоджають нормальному функціонуванню об'єкта.

Відповіді об'єкта на тестові і робочі дії надходять на засоби діагнозу. Відповіді можуть зніматись як з основних виходів об'єкта, тобто з виходів, потрібних для застосування об'єкта за призначенням, так і з додаткових виходів, організованих спеціально для діагнозу. Ці основні і додаткові виходи називають *контрольними точками*. Від того, наскільки контрольні точки дають змогу швидко і просто дістати інформацію, багато в чому залежить ефективність діагностування.

Порядок, правила, методи і способи подачі дій, вимірювання й аналіз відповідей об'єкта здійснюються контрольно-діагностичними засобами за допомогою алгоритмів діагнозу.

Система діагностування, яка охоплює об'єкт діагнозу й застосовувані для цього контрольно-діагностичні засоби, належить, по суті, до систем контролю. Проте специфіка технічної діагностики полягає у спрямуванні її методів на визначення технічного стану автомобіля й окремих його агрегатів як складної системи, що перебуває в експлуатації, з виявленням потреби відновлення втраченої робездатності. При контролі звичайно обмежуються розглядом досліджуваної системи як єдиного цілого. При діагностиці розглядаються система в цілому та її елементи, оскільки стан системи — це функція стану її окремих елементів.

Діагностування охоплює сукупність операцій контролю, що виконуються в певній послідовності. Поняття «контроль» загальніше, ніж поняття «діагностика». Діагностика може бути процедурою контролю, але не всяка контрольна операція є операцією діагностики.

Процес діагнозу можна розглядати як елемент системи керування, що є процесом пошуку й реалізації заходів для переведення об'єкта у бажаний стан. Завдання всякого керування — організація і реалізація цілеспрямованої дії на об'єкт керування.

У цьому разі під об'єктом керування розуміють автомобіль у цілому або його окрему систему (агрегат, вузол, спряження тощо), виділені таким чином, що виконуються дві умови: на об'єкт можна діяти і ця дія може призвести до здійснення поставленої мети, тобто змінити стан об'єкта в потрібному напрямі.

На рис. 4.4 показана схема системи керування. Тут  $x$  — канал дії зовнішнього середовища на об'єкт,  $y$  — канал дії об'єкта на середовище,  $u$  — канал дії керування на об'єкт. Поняття «дія» при вирішенні завдань керування має тільки інформаційний характер. Виділення об'єкта керування і виявлення каналів дії провадяться тільки з поглядом поставленої мети керування.



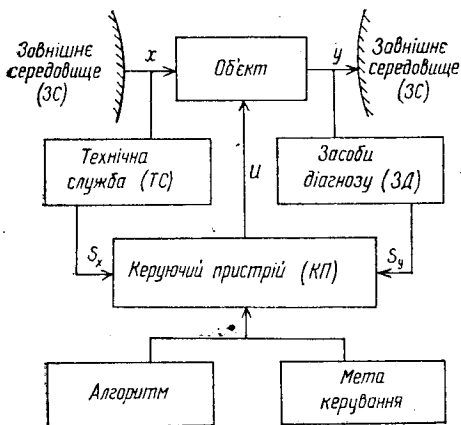


Рис. 4.4. Схема системи керування

Під метою керування в цьому разі розуміють сукупність умов, властивостей і вимог, які має задовольняти об'єкт керування. Так, автомобільний двигун як об'єкт керування з погляду АТП виступає як перетворювач теплової енергії  $x$  у механічну  $y$ . З погляду санінспекції він виступає в ролі генератора шкідливих речовин (оксидів вуглецю і азоту, незгорілих вуглеводнів та ін.). Отже, об'єкт керування і канали його дії на середовище повністю визначаються метою керування.

У процесі експлуатації внаслідок різних причин об'єкт може

і не відповідати меті керування. У зв'язку з цим процес керування є процесом організації і реалізації цілеспрямованої дії  $u$  на об'єкт.

Сам процес організації також цілеспрямований, оскільки передбачає наявність уміння і здатності створити цілеспрямовану дію. Ці властивості і визначають алгоритм керування. Під *алгоритмом керування розуміють сукупність правил, методів і способів, які дають змогу створити керування*. Організувати таку цілеспрямовану дію (керування) можна тільки тоді, коли відомий дійсний стан  $S_k$  об'єкта керування.

Організація ефективних процесів діагнозу (визначення) технічного стану автомобіля в цілому й окремих його систем — основна мета технічної діагностики автомобілів.

Таким чином, організація оптимального керування характеризується наявністю чотирьох елементів: організації і подачі керуючої дії  $u$ , діагностичної інформації про стан об'єкта керування у цей момент часу  $S_k$  та інформації про стан рівня організації технічної служби АТП  $S_x$ , конкретної мети керування, алгоритму керування. Досить вилучити хоча б один із названих вище елементів, як керування об'єктом стає неможливим.

Наявність діагностичної інформації в умовах АТП дає змогу організувати оптимальне керування технічним станом автомобілів, що потребує створення діагностичних систем керування.

Системи діагностування призначені для перевірки справності, робоздатності, функціонування і пошуку дефектів. Розрізняють такі види системи діагностування:

за ступенем охоплення виробу: локальні і загальні;

за характером взаємодії між об'єктом і засобом діагностування: функціонального і тестового діагностування (у разі потреби можуть

бути одночасно використані системи функціонального і тестового діагностування);

*за використовуваними засобами діагностування:* з універсальними і спеціалізованими, вмонтованими і зовнішніми засобами діагностування;

*за ступенем автоматизації діагностування:* автоматичні, автоматизовані, ручні.

При розробці системи діагностування для забезпечення взаємодії об'єкта і засобу діагностування мають бути вирішені такі завдання: техніко-економічне обґрунтування вибору виду і призначення системи діагностування; аналіз фізичних процесів, що відбуваються в об'єкті діагностування, для виявлення механізмів виникнення та ознак прояву пошкоджень і дефектів; збирання і вивчення апріорних даних про характерні пошкодження і дефекти аналогічних виробів або їхніх складових частин; вибір методу діагностування, розробка моделі об'єкта діагностування; розробка алгоритму діагностування; розробка конструктивних вимог до об'єкта діагностування для забезпечення його діагностування і розробка відповідної технічної документації; вибір і розробка засобів діагностування; розробка пристроїв спряження об'єкта і засобів діагностування; розробка експлуатаційної і ремонтної документації для діагностування; випробування системи діагностування.

Для кожної галузі застосування системи діагностування визначають достовірність діагнозу і глибину пошуку дефекту з урахуванням: надійності виробу та його складових частин, особливо тих, відказ яких пов'язаний із небезпекою для людини; контролепридатності і здатності відновлюватись; вартості і трудомісткості діагностування.

#### **4.4. Діагностичні моделі, параметри і нормативи**

**Типи моделей.** Об'єкт діагнозу може бути у справному стані, якщо задовольняє усі технічні вимоги, що ставляться до нього в цей момент часу. Справний стан і всі справні стани об'єкта діагнозу відображують його технічний стан. Отже, досягти мети діагностики може тільки в результаті аналізу багатьох справних і несправних станів, в яких може бути об'єкт. Цей аналіз може бути виконаний теоретично в період розробки нового автомобіля та його агрегатів або експериментально в період експлуатації автомобіля. Проте виконання такого експерименту в експлуатації утруднене через велику кількість можливих станів об'єкта діагнозу або просто технічно неможливе для виконання. У зв'язку з цим потрібні спеціальні методи для теоретичного аналізу багатьох можливих станів автомобіля в цілому або його окремих частин. Такі методи ґрунтуються на дослідженні діагностичних моделей. Діагностичні моделі визначають причинно-наслідкові спів-

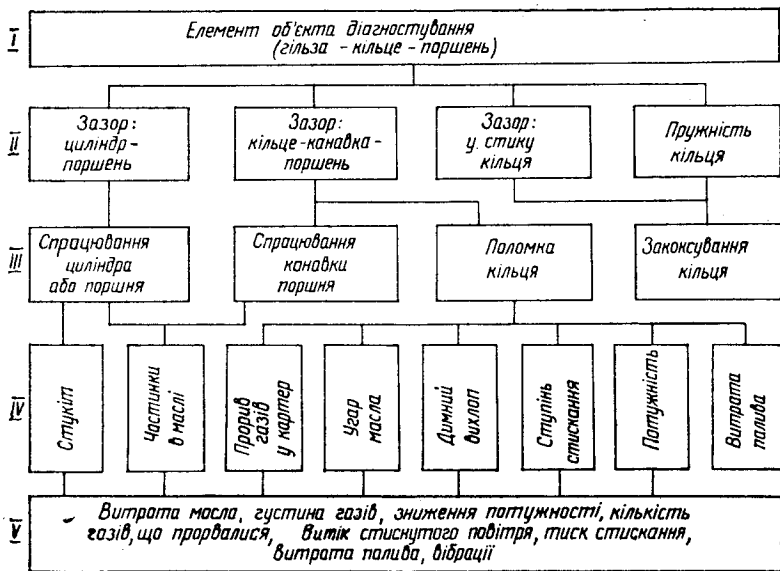


Рис. 4.5. Структурно-наслідкова діагностична модель

відношення між технічним станом об'єкта діагнозу (вхідними і внутрішніми параметрами його структури) та їхніми діагностичними сигналами (вихідними параметрами).

Діагностичні моделі можуть бути в аналітичній, табличній, векторній, структурно-наслідковій або іншій формах. Вибір моделі залежить від деяких факторів: умов експлуатації, можливих конструктивних виконань, ступеня вивченості цього об'єкта або його окремої системи, ступеня абстрагування від реальної системи та ін.

Аналітичні моделі найповніше описують процеси діагностичної системи. Однак при великій кількості структурних елементів і зовнішніх факторів, які діють на систему, вони бувають дуже громіздкими, що утруднює застосування їх щодо вихідних параметрів.

У зв'язку з цим у практиці дуже поширені *структурно-наслідкові моделі* (рис. 4.5). На рівні I цієї схеми містяться найбільш уразливі механізми і деталі автомобіля; на рівні II — спряження між ними, тобто структурні параметри. На рівні III показані відхилення цих величин, які перевищують граничні значення, тобто характерні несправності. На рівні IV розміщені робочі або супровідні процеси (діагностичні ознаки), що відповідають структурним параметрам. Рівень V займають діагностичні параметри, тобто фізичні величини, за допомогою яких можна виміряти супровідні, або робочі, процеси об'єкта діагностування і таким чином визначити технічний стан об'єкта без його розбирання.

Структурно-наслідкова модель створюється на основі інженерного вивчення будови об'єкта і його функціонування, статистичного аналізу показників надійності та оцінки діагностичних параметрів.

Основним недоліком названих вище моделей є трудність і неможливість синтезу моделей великих складних систем. Тому тепер набирає великого поширення імітаційне моделювання.

*Імітаційне моделювання* дає змогу: експериментально досліджувати складні внутрішні взаємодії з великою розмірністю за кількістю змінних зв'язків між елементами моделі; вивчати дію на функціональні системи інформаційних і організаційних змін, що мають випадковий характер, нелінійність, обмеження різних типів. За імітаційним моделюванням можна оцінити поведінку системи в нових ситуаціях, перевіряти нові стратегії і правила прийняття рішення.

**Параметри і нормативи.** Щоб визначити, в якому стані автомобіль або його елемент, треба знати їхні параметри технічного стану (структурних параметрів), заданих нормативно-технічною документацією заводу-виготовлювача.

*Параметрами технічного стану (структурними параметрами) називаються фізичні величини (міліметр, градус та ін.), які визначають зв'язок і взаємодію елементів автомобіля та його функціонування в цілому.* Наприклад, параметрами технічного стану спряження поршень — циліндр двигуна можуть бути розміри спряжених деталей поршнів і циліндрів, які визначають між ними зазор, овальність тощо. В процесі експлуатації параметри технічного стану змінюються від номінального до граничного значення під впливом різних конструктивно-технологічних і експлуатаційних факторів. Граничні значення структурних параметрів зумовлені ймовірністю відказів і несправностей автомобіля і є в основному значеннями техніко-економічного характеру.

При діагностиці параметри технічного стану автомобіля та його елементів вимірюють посередньо на підставі вихідних (робочих) і супровідних процесів, що породжуються функціонуючим механізмом. Ці процеси функціонально пов'язані з технічним станом механізму, містять інформацію, потрібну для діагностики, і називаються *діагностичними ознаками*.

Найчастіше при діагностуванні автомобілів використовують такі діагностичні ознаки: ефективність механізму, коливні процеси, тепловий стан, герметичність, склад масла та ін. Діагностичні ознаки можна кількісно оцінити за допомогою відповідних діагностичних параметрів.

*Діагностичні параметри* — це якісна міра прояву технічного стану автомобіля та його елементів за посередніми ознаками. Наприклад, ефективність двигуна можна оцінити за потужністю і темпом її наростання, гальма — за гальмівним шляхом і сповільненням автої мобіля. Ці параметри дають узагальнену інформацію про стан меха-

нізму в цілому, що є основою для дальшої діагностики елементів. Супровідні процеси (шум, нагрівання та ін.) можна оцінити за допомогою таких діагностичних параметрів, як швидкість і прискорення вібрацій, ступінь і швидкість нагрівання, компресія, концентрація в маслі продуктів відпрацювання та ін. Ці параметри дають конкретнішу інформацію про технічний стан механізму, що діагностується, і досить універсальні, їх широко застосовують для складних технічних систем.

Обґрунтування і вибір діагностичних параметрів у кожному випадку визначаються метою, яка ставиться до цієї конкретної системи. Так, треба визначити правильність функціонування двигуна за потужнісними параметрами. У цьому разі досить знайти потужність двигуна, порівняти її з нормативними показниками й визначити, в якому стані двигун. По-іншому вирішують завдання діагностування, якщо треба знайти причини зниження потужності двигуна. Для цього слід знати значно більше діагностичних параметрів.

Діагностичні параметри повинні мати чутливість, однозначність, стабільність, інформативність щодо визначення причинно-наслідкових зв'язків із структурними параметрами.

Під чутливістю діагностичного параметра  $K_y$  розуміють відношення приросту параметра  $dS$  до відповідної зміни  $dx$  структурного параметра:

$$K_y = dS/dx.$$

Чим більше значення цієї величини, тим діагностичний параметр чутливіший до зміни структурного параметра.

Однозначність діагностичного параметра визначається монотонно зростаючою або спадною залежністю його із структурним параметром у діапазоні від початкової  $x_n$  до граничної  $x_r$  змін структурного параметра.

При визначенні діагностичного параметра завжди матимуть місце випадкові фактори, які знижують точність зміни і характеризують ступінь розсіювання параметра при незмінних умовах вимірювання.

Перелічені властивості діагностичних параметрів багато в чому залежать від навантажувального, теплового і швидкісного режимів функціонування систем, що діагностуються. Тому на практиці, щоб мати порівнянні результати і найбільшу інформацію, застосовують цілком певні навантажувальні, теплові і швидкісні тестові режими.

Діагностичні параметри механізму, як і структурні, є змінними випадковими величинами і мають відповідні номінальні і граничні значення. Зі збільшенням пробігу автомобіля з початку експлуатації діагностичні параметри можуть або збільшуватись (наприклад, вібрації), або зменшуватись (наприклад, тиск масла). Зв'язок між діагностичними і структурними параметрами дає змогу без розбирання кількісно оцінити технічний стан автомобіля та його елементів.

*Діагностичні нормативи* — це кількісна оцінка технічного стану системи, яку діагностують. До них належать: початкове значення діагностичного параметра; його граничне значення, при досягненні якого виникне ймовірність появи відказу; попереджуваче або допустиме значення при заданій періодичності діагностування. Визначення технічного стану системи в цей момент і прогнозування його робоздатності в період наступного напрацювання відбуваються за допомогою порівняння виміряного значення діагностичного параметра з граничним його значенням.

Діагностичні нормативи можна поділити на дві групи: ті, що визначаються стандартами, і ті, що зумовлені нормативно-технічною документацією заводів-виготовлювачів.

До першої групи належать діагностичні нормативи, які характеризують технічний стан механізмів і вузлів, що створюють безпеку руху і згубно впливають на навколишнє середовище. Це — гальмівний шлях, час спрацювання гальмового привода, гальмівні сили на колесах, вміст шкідливих компонентів відпрацьованих газів, рівень шуму та ін. Коректування нормативних показників в експлуатації можливе тільки в бік посилення вимог до них.

До другої групи належать діагностичні нормативи, пов'язані з технічними допусками структурних параметрів або з оптимальними показниками надійності й економічності роботи автомобіля. Нормативи структурних параметрів установлюють на стадії проектування і коректують при доводці автомобіля. Наприклад, зазори в клапанному механізмі, контактах переривача; кривошипно-шатунному механізмі, шворневому з'єднанні; кути встановлення коліс автомобіля і т. п. Діагностичні нормативи параметрів визначають на основі причинно-наслідкових зв'язків їх з діагностичними параметрами за результатами лабораторно-стендових досліджень. Для контролю технічного стану використовують також і структурні параметри.

Серед нормативних показників першої і другої груп виділяють проміжні. Параметри цієї групи пов'язані з підвищенням витрати палива, зниженням потужності двигуна, довговічності деталей та вузлів тощо. Особливість нормативів проміжної групи — велика залежність від умов експлуатації та віку автомобілів. Тому треба коректувати розмір нормативу залежно від конкретних умов експлуатації.

Нормативні показники визначають або коректують на підставі статичного методу, суть якого полягає ось у чому. Разова вибірка значень діагностичного параметра, виміряного у представницькій сукупності об'єктів, відповідатиме справному і несправному станам. При цьому передбачається, що значення, які відповідають несправному стану, підлягатимуть іншій закономірності розподілу, ніж ті, що відповідають справному стану. Закономірність розсіювання параметрів справних об'єктів може бути апроксимована ймовірнісним теоретич-

ним законом. На підставі теоретичного розподілу значень параметра для справного об'єкта ділянку допустимого в експлуатації розсіювання діагностичного параметра можна обмежити границями з потрібним рівнем імовірності справної роботи. Добуті таким способом границі і будуть нормативними діагностичними параметрами.

#### **4.5. Прогнозування технічного стану автомобіля**

*Прогнозування — процес визначення терміну або ресурсу справної роботи автомобіля до виникнення граничного стану, тобто завбачення виникнення відказу.* Потреба прогнозування визначається можливістю керувати технічним станом автомобіля в цілому, якщо відомі зміни його технічного стану в часі. За допомогою прогнозування можна найповніше використати ресурси розглядуваної системи й оптимізувати її обслуговування як відновлюваного об'єкта експлуатації. Існуючі методи обслуговування за середньостатистичними показниками не дають змоги оптимізувати цей процес, оскільки не враховують індивідуальних особливостей автомобіля. Це призводить до збільшення матеріальних і трудових витрат на підтримування автомобіля в технічно справному стані і зниження ефективності його використання.

Організувати оптимальний процес обслуговування автомобіля можна тільки на базі діагностичної інформації і прогнозування її зміни в часі або за пробігом. Практично прогнозування полягає у призначенні періодичності діагностування і визначення попереджуючих діагностичних нормативів, які вирішуються на базі теорії надійності автомобілів. В основі визначення періодичності діагностування й попереджуючих діагностичних нормативів лежать закономірності зміни технічного стану й економічні показники.

Показники надійності прогнозують за різними критеріями (наприклад, за зниженням міцності від утомлення, динамікою процесу спрацювання, віброакустичними показниками, вмістом елементів спрацювання у маслі, показниками вартості й трудовими витратами).

Методи прогнозування поділяють на три основні групи:

1. Методи експертних оцінок, суть яких зводиться до узагальнення, статистичної обробки й аналізу думок спеціалістів.

2. Методи моделювання, що базуються на основних положеннях теорії подібності й складаються з формування моделі об'єкта дослідження, проведення експериментальних досліджень і перерахування добутих значень із моделі на натуральний об'єкт.

3. Статистичні методи, з яких найширше застосовується метод екстраполяції. У його основі лежать закономірності зміни прогнозованих параметрів у часі. Для опису цих закономірностей підбирають по можливості просту аналітичну функцію з мінімальною кількістю змінних.

Найбільше поширені методи статистичного моделювання, коли як базові матеріали використовують результати технічної діагностики. У цьому разі прогноз треба розглядати як імовірнісну категорію.

У проблемі, що розглядається, найважливішим є прогнозування залишкового ресурсу. Найпростішим, наближеним методом його реалізації є лінійне прогнозування, коли зміну параметра залежно від напрацювання вважають лінійною. Залишковий ресурс визначають із виразу

$$t_{\text{зал}} = t \left( \frac{P_{\text{гр}} - P_{\text{поч}}}{P_t - P_{\text{поч}}} \right) - 1,$$

де  $t_{\text{зал}}$  — залишковий ресурс за годину роботи або на кілометр пробігу;  $t$  — напрацювання автомобіля (агрегату) з початку експлуатації або після ремонту;  $P_{\text{поч}}$ ,  $P_{\text{гр}}$  — відповідно початкове і граничне значення параметра;  $P_t$  — значення параметра на момент визначення стану.

Похибки прогнозування можуть бути спричинені недостатньою повнотою інформації, її неоднорідністю, низькою точністю вимірних інструментів і приладів, недосконалістю діагностичного устаткування, малою точністю математичної моделі, низькою кваліфікацією прогнозиста та ін. Допустимі границі похибок визначають залежно від потрібної точності прогнозування. Стосовно прогнозування залишкового ресурсу підвищення міцності досягають, збільшуючи періоди спостережень за зміною діагностичного параметра в міру збільшення напрацювання. Економічну оцінку прогнозування роблять на основі затрат матеріальних засобів на дослідження за період прогнозування. Ефективність прогнозування визначають за зміною показника надійності в результаті впровадження тих чи інших рекомендованих засобів її підвищення.

#### **4.6. Діагностична інформація в системі керування технічним станом автомобіля**

Діагностика автомобілів в АТП — це інформативно-контролююча підсистема в керуванні їхнім технічним станом. Розглянемо основні завдання діагностичної інформації.

1. Метою керування технічним станом автомобіля є відновлення втраченої ним в експлуатації якості. Для цього треба знати обсяг роботи на ТО і ремонті у відповідний момент часу на конкретному автомобілі.

2. Знання технічного стану ще не досить для організації оптимального процесу відновлення втраченої якості автомобілів. Відновлення — складна динамічна система, в якій у єдиний комплекс об'єднані: гаражне і контрольно-діагностичне устаткування; засоби керу-



вання; інструмент, що перебуває в постійному русі і весь час змінюється; виробництва (деталі, агрегати, вузли і механізми автомобілів); матеріали і запасні частини; люди, які здійснюють процес або керування ним. Випадковий характер формування обсягів і режимів робіт при відновленні якості автомобіля й недостатня вивченість фізико-хімічної природи виникнення відказів та несправностей призводять до того, що повторюваність результатів виробничого процесу не завжди має стійкий характер. Тому може статись, що деякі підсистеми виробничого процесу не готові виконати покладені на них функції. Так, відсутність потрібних матеріалів і запасних частин, вільних місць, а також і виконавців виводить систему з рівноваги. Ці питання підготовки виробництва пов'язані з прогнозуванням технічного стану автомобіля, нормуванням режимів технологічних процесів, потреби в матеріалах, запасних частинах і трудоватратах. Вирішення їх багато в чому забезпечується діагностичною інформацією.

3. Тепер розпочато роботу над створенням автоматизованих систем зовнішнього і вмонтованого діагностування, яке забезпечує за допомогою електронних модулів (приставок до стендів) автоматизоване задавання тестових режимів, встановлення діагнозу, нагромадження і видачу діагностичної інформації як на робоче місце, так і в центр керування виробництвом. При вмонтованому діагностуванні основну увагу приділяють неперервному контролю параметрів, які характеризують основні експлуатаційні властивості автомобіля: паливну економічність, гальмівні властивості, рівень забруднення навколишнього середовища, стійкість і керованість руху. Найважливіша вимога до вмонтованого діагностування — це можливість керування режимами руху для забезпечення максимальної паливної економічності та безпеки перевізного процесу.

Вмонтована система діагностування може виконувати такі функції: у режимі службових гальмувань оцінює загальний стан гальм і при його погіршенні видає інформацію на світловий індикатор; у режимі екстрених гальмувань оцінює і запам'ятовує ефективність гальмівних якостей і видає їхні значення, обмежує швидкість руху при недостатній ефективності гальмування звуковим сигналом; окремо оцінює основні системи карбюратора і двигуна і при погіршенні їхньої роботи видає інформацію на світлові індикатори; визначає і видає на індикатор усереднену кількість витрати палива (в літрах на 100 км), що дає змогу водієві аналізувати і вибрати економічні швидкості руху, а також режим руху методом розгін-накат; за бажанням водія видає на показуючий прилад значення діагностичних параметрів (наприклад, витрачання палива на один оберт колінчастого вала, розрідження у впускному трубопроводі, напруги джерел живлення, частоти обертання колінчастого вала, кут замкнутого стану контактів переривача, напруга на замкнутих затискачах переривача і на свічках кожного циліндра).

4. Діагностична інформація дає змогу контролювати якість технологічних процесів технічного обслуговування та ремонту автомобілів.

Організація збирання, обробки і зберігання діагностичної інформації визначається чинною «Інструкцією з діагностики технічного стану автомобілів». Документи діагностичної інформації поділяються на первинні — одноразові карти, що заповнюються на робочому місці; вторинні — нагромаджувальні таблиці по автомобілях і агрегатах. Діагностичні карти призначені для обліку результатів діагностування і контролю за виконанням технічних дій.

Використання діагностичної інформації має вдосконалюватись поліпшенням нормативно-технологічної документації та обґрунтуванням типізованих управлінських рішень.

#### 4.7. Методи і засоби діагностування автомобіля

Розрізняють суб'єктивні і об'єктивні методи діагностування автомобіля.

**Суб'єктивні методи** — визначення технічного стану автомобіля за вихідними параметрами динамічних процесів. Проте за допомогою органів чуття людини дістають і аналізують інформацію, а також приймають рішення про технічний стан, що призводить, природно, до похибок.

Найпоширеніші такі суб'єктивні методи: візуальний, прослухування роботи механізму, обмацування механізму, висновок про технічний стан на основі логічного мислення.

*Візуальним методом* можна виявити такі несправності: порушення ущільнень; дефекти трубопроводів, сполучних шлангів і пристроїв — за протіканням палива, масла, охолодної рідини; тріщини банки акумуляторної батареї — за протіканням електроліту; неповноту згоряння палива — за димністю відпрацьованих газів; спрацьовування деталей циліндро-поршневої групи або пізній початок подачі палива — за голубуватим кольором відпрацьованих газів; якість картерного масла — за кольором масляної плями на фільтрувальному папері; потрапляння води і палива в камеру згоряння — за білим димом відпрацьованих газів; підтікання форсунок — за підвищенням рівня масла в піддоні картера двигуна і т. п.

При *прослухуванні роботи механізмів* можна виявити такі несправності: збільшений зазор між клапанами і коромислами механізму газорозподілу — за стуком у зоні клапанного механізму; більше спрацьовування шатунних і корінних підшипників — за стуком у відповідних зонах кривошипно-шатунного механізму при зміні частоти обертання колінчастого вала; надмірне випередження або запізнювання впорскування палива — за характером вихлопу (при ранньому впорскуванні — «жорстка робота», при пізньому — «м'яка»);

нешільності посадки клапанів газорозподілу — за характером свисту і шипіння при прокручуванні вручну колінчастого вала; несправності зчеплення автомобіля — за шумом і стукотом у коробці передач та ін.

*Методом обмацування* можна визначити такі несправності: ослаблення кріплень — за відносним переміщенням деталей; несправності механізмів і деталей — за надмірним їх нагріванням; несправності рульового механізму — за поштовхами на рульовому колесі та ін.

На *підставі логічного мислення* можна дійти висновку про такі несправності: спадання потужності двигуна — автомобіль «не тягне»; несправності паливної апаратури — утруднений пуск двигуна; несправності системи охолодження — двигун перегрівається та ін.

**Об'єктивні методи** діагностування ґрунтуються на вимірюванні та аналізі інформації про справжній технічний стан елементів автомобіля спеціальними контрольно-діагностичними засобами і прийнятті рішення за допомогою спеціально розроблених алгоритмів діагнозу. Застосування тих чи інших методів істотно залежить від мети, поставленої в процесі технічної підготовки автомобілів. Проте у зв'язку з ускладненням конструкції автомобіля, підвищеними вимогами до його експлуатаційних якостей та інтенсивністю використання дедалі більше застосовують об'єктивні методи діагностування.

До об'єктивних методів належать діагностування: за структурними параметрами, герметичністю робочих об'ємів, вихідними параметрами робочих процесів, зміною вібракустичних параметрів, параметрами процесів або циклів, що періодично повторюються, складом картерного масла і відпрацьованих газів.

До методів об'єктивного діагностування ставляться такі вимоги: *достовірність* вимірювань діагностичних параметрів, надійність застосовуваних засобів вимірювань, технологічність і економічність методів. Достовірність вимірювань характеризується точністю, відтворюваністю, надійністю, чутливістю, довговічністю і ремонтпридатністю контрольно-діагностичних засобів. *Технологічність* характеризується складністю, трудомісткістю, універсальністю процесів діагностування. *Економічність* визначається вартістю контрольно-діагностичних засобів, витратами на їхню експлуатацію та ефективністю застосування їх. Особливу увагу при проектуванні і створенні засобів діагностування треба приділяти зниженню металомісткості, енергоємності й експлуатаційних затрат.

**Засоби технічного діагностування (ЗТД).** За виконанням ці засоби поділяють на зовнішні, які не є складовою частиною об'єкта діагностування; вмонтовані — із системою вимірювальних перетворювачів (датчиків) вхідних сигналів, виконаних у спільній конструкції з об'єктом діагностування як його складова частина.

Зовнішні ЗТД поділяють на стаціонарні, пересувні і переносні.

За функціональним призначенням ЗТД поділяють на такі групи: комплексні — для діагностування машини в цілому; двигуна і його системи; органів керування, гальмових систем; системи зовнішніх світлових приладів; трансмісії; ходової частини і підвіски; електроустаткування; гідравлічних систем; робочого і спеціального обладнання.

За ступенем охоплення машин діагностуванням і видом застосовуваних систем діагностування ЗТД поділяють: на ті, що входять до загальних систем діагностування машин у цілому; які входять до локальних систем діагностування окремих складальних одиниць або складових частин машин; засоби діагностування, що застосовуються окремо.

За ступенем автоматизації процесу керування ЗТД поділяють на автоматичні, напіваавтоматичні, з ручним або ножним керуванням, комбіновані.

За видом застосовуваних засобів розрізняють стендове і портативне діагностування. Уже перші стадії технічної діагностики були обладнані стендами з біговими барабанами або роликowymi стендами, як їх тепер ще називають. Ці стенди імітують рух автомобіля по дорозі.

Проте в реальних умовах автомобіль переміщується по нерухомій дорозі. При цьому деякі його агрегати недоступні для контролю технічного стану в процесі роботи. На стенді, навпаки, автомобіль стоїть на місці, а дорога (барабани, що обертаються під автомобілем) переміщується. Відомі також стенди, де замість бігових барабанів застосовується нескінченна стрічка типу гусеничного тракторного руху. Такі стенди називають стрічковими.

Якщо перші стенди з біговими барабанами були універсальними (на них перевіряли тягові якості автомобіля, його економічність, технічний стан силової передачі, ходової частини і гальм), то тепер в АТП застосовують також спеціалізовані стенди для діагностування тягових якостей, гальм і ходової частини.

Стенди для діагностування тягових якостей дають змогу імітувати характерні швидкісні і навантажувальні режими роботи автомобілів, вимірювати при цьому потужність, витрачання палива, опір трансмісії і роботи відповідні регулювання. Потужність і економічні дані автомобіля — основні фактори його ефективності.

За даними досліджень до 30 % автомобілів експлуатуються із значним недовикористанням потужності і перевитратою палива. Близько 50 % втрат потужності й економічності цих автомобілів можуть бути відновлені нескладними регулюваннями в АТП.

Крім того, на стендах тягових якостей можна визначати технічний стан агрегатів силової передачі автомобіля в процесі її роботи: зчеплення — за його пробуксовуванням, карданного вала — за його биттям, коробки передач і редуктора заднього моста — за нагріванням, рівнем шуму та вібрації та ін.

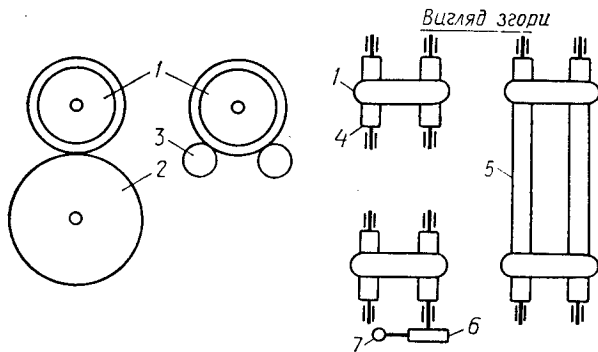


Рис. 4.6. Типи бігових барабанів:

1 — колесо автомобіля; 2 — одинарний барабан; 3 — спарені барабани; 4 — барабани під колесо; 5 — барабани під вісь; 6 — гальмовий пристрій; 7 — датчик вимірювання крутного моменту

На стендах застосовують одинарні і найчастіше спарені барабани. Одинарні барабани великого радіуса добре відтворюють умови руху автомобіля по дорозі (поздовжній радіус горизонтальної ділянки дороги дорівнює безконечності). Перевага спарених барабанів — значно більша стійкість установленого на них автомобіля в процесі випробування. Стійкість і порівняно невеликий опір коченню колеса радіусом  $r_k$  забезпечується вибором діаметра спареного барабана  $d_b$  в таких межах:

$$d_b = (0,4 \dots 0,6) r_k.$$

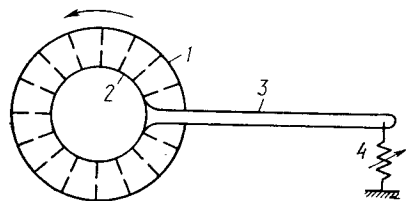
При цьому міжосьову відстань спарених барабанів беруть у межах  $0,6r_k$ .

Спарені барабани найчастіше виготовляють під одне колесо, але іноді і в цілому під вісь автомобіля так, як це показано на рис. 4.6.

Щоб визначити крутний момент на колесах і потужність автомобіля, у стендах тягових якостей слід застосовувати навантажувальні гальмові пристрої, встановлені на одному з барабанів під ведучими колесами автомобіля (рис. 4.6). Застосовують такі типи навантажувальних пристроїв стендів тягових якостей: гідравлічні, механічні й інерційні.

У гідравлічних навантажувальних пристроях гальмування відбувається за рахунок роботи, що затрачається на переміщення води між статором і ротором, а також внаслідок тертя ротора об рідину. Тепло, що виділяється при цьому, відводиться за допомогою радіатора. Зміна навантаження регулюється подачею більшої або меншої кількості води у гальмовий пристрій.

Гідрогальмо часто вводять усередину одного з барабанів (рис. 4.7). Роль ротора виконує біговий барабан, а роль статора — балансірно



4.7. Схема гідравлічного гальма:

1 — ротор гальма (біговий барабан спеціальної конструкції); 2 — статор; 3 — балансір; 4 — вимірник крутного моменту

підвішений усередині нього циліндр. Крутний момент, що надійшов від ротора до статора через рідину, передається потім важелем до динамометра, де й фіксується.

Механічні гальма, як і в автомобілях, бувають двох типів — колодкові і дискові. Диск, який охолоджується, або гальмовий барабан, кріпиться на осі бігового барабана, а охоплюючи їх гальмові колодки на відповідній обоймі балансірно з'єднані з динамометром, який фіксує реактивний момент.

В електричних навантажувальних пристроях гальмування створюється в результаті взаємодії обертового ротора, з'єданого з віссю бігового барабана, й електромагнітного поля балансірно підвішеного статора двигуна. Змінюючи силу струму в обмотці збудження за допомогою реостата, на барабанах створюють різні гальмівні моменти.

Як електрогальмові пристрої застосовують асинхронні двигуни змінного струму з короткозамкнутим ротором або електродвигуном постійного струму. Як правило, на стендах вони працюють у двох режимах: рушійному й генераторному. У рушійному режимі, при нейтральному положенні важеля коробки передач, за затратами електроенергії на прокручування силової передачі визначається опір силової передачі автомобіля, її КПД. У генераторному режимі визначаються тягові якості автомобіля.

Електрогальма постійного струму порівняно з електрогальмами змінного струму дають змогу випробовувати автомобіль у ширшому діапазоні швидкостей і навантажень, а також мають інші високі експлуатаційні властивості. Однак широкому застосуванню їх перешкоджають більша вартість стенда, потреба мати установку для випрямлення струму. Зауважимо, що порівняно з іншими стендами тільки стенди з двигунами постійного і змінного струму дають змогу безпосередньо визначити втрати в силовій передачі автомобіля.

Вже є тягові стенди з електродинамічними (індукторними) гальмами з використанням ефекту вихрових струмів. Такі гальмові пристрої мають найбільші діапазони швидкостей і навантажень, краще пристосовані до автоматизації постових випробувань, мають невеликі габаритні розміри, невисоку вартість, прості в експлуатації й економічні.

На інерційних стендах замість гальмових пристроїв до бігових барабанів приєднують маховики. Якщо на стендах з гальмовими пристроями діагностування автомобілів здійснюється в сталому режимі, то на інерційних стендах — у розгінному. Потужність на ведучих колесах автомобіля при цьому визначається за інтенсивністю розганяння і за втратою в силовій передачі на «вибіг», тобто за кількістю обертів бігових барабанів після відключення двигуна, що працював з певною частотою обертання колінчастого вала, до повної зупинки коліс автомобіля.

**Діагностування за структурними параметрами** ґрунтується на вимірюванні цих параметрів або зазорів, які визначають взаємне розміщення деталей і механізмів. Таке діагностування застосовують у тому разі, коли ці параметри можна виміряти без розбирання спряжень тертьових деталей.

Структурними параметрами можуть бути: зазори в підшипникових вузлах, клапанах механізму, кривошипно-шатунній і поршневих групах двигуна, шворневому з'єднанні колісного вузла, рульовому керуванні; кути встановлення передніх коліс та ін.

Діагностування за структурними параметрами роблять вимірювальними інструментами: щупами, лінійками, штангенциркулями, нутромірами, індикаторами годинникового типу, висками, а також спеціальними пристроями. Наприклад, зазори у спряженнях кривошипно-шатунного механізму двигуна вимірюють за допомогою індикатора годинникового типу з використанням компресорно-вакуумної установки. Вимірювальний пристрій установлюють замість форсунки і, створюючи в надпоршневому просторі по черзі тиск і розрідження, переміщують поршень на величину сумарного зазора у верхній головці шатуна і шатунному підшипнику. Зазор фіксується індикатором.

Преваги цього методу — точні результати діагнозу, простота засобів вимірювання, а недоліки — велика трудомісткість, мала технологічність.

**Діагностування за параметрами герметичності** робочих об'ємів полягає у виявленні та кількісній оцінці витікання газів або рідин із робочих об'ємів, вузлів і механізмів автомобіля. До таких об'ємів належать: камера згоряння, герметичність якої залежить від стану циліндро-поршневої групи і клапанів газорозподілу, система охолодження; система живлення двигуна; шини; гідравлічні і пневматичні прилади та механізми.

Як діагностичні параметри можуть бути використані: компресія двигуна, проривання газів у картер, розрідження у впускному трубопроводі, витікання стиснутого повітря з циліндра, угар масла, деформація каркаса шини, тиск палива у плунжерній парі при пусковій частоті обертання колінчастого вала та ін.

Діагностування за параметрами герметичності робочих об'ємів здійснюють за допомогою таких приладів: компресометра, приладу К-69 та його модифікацій, витратоміра проривання газів у картер КИ-4887-1, компресографа, манометра, вакуумметра, пневматичних калібрів та інших спеціальних пристроїв.

**Діагностування за параметрами робочих процесів.** Як такі параметри використовують: гальмівний шлях, сповільнення автомобіля, гальмівні сили та їхню різницю на колесах кожної осі, час спрацювання привода гальмових механізмів, силу натиснення на гальмову педаль, швидкість наростання і спадання гальмівних сил, бічні сили

і моменти у п'яті контакту шини з опорною поверхнею, амплітудно-фазові параметри тиску відпрацьованих газів, пульсації тиску в паливопроводах високого тиску, пульсації повітря і газів у впускному колекторі, силу тяги на ведучих колесах, шлях і час розганання в заданому інтервалі швидкостей, контрольну витрату палива, опір механізмів трансмісії та ін.

Методи діагностування за параметрами робочих процесів дають широкую інформацію про технічний стан автомобіля, створюють можливість оцінити основні експлуатаційні якості автомобіля: гальмівні, потужнісні, паливну економічність, стійкість і керованість, надійність, зручність користування. Ці методи широко застосовують в АТП.

Для визначення робочих параметрів створено багато *контрольно-діагностичних засобів*: стенди для визначення тягових якостей автомобіля типу К-424, СТК-2М, КИ-4856; стенди для перевірки ходових якостей автомобілів, деселерометри, динамометр-люфтомір К-402 для перевірки рульового керування автомобіля, стенди площадкові для перевірки амортизаторів за коливанням невідресорених мас, прилад ИМД-2 для вимірювання потужності двигуна.

**Діагностування за зміною віброакустичних параметрів.** При функціонуванні будь-якого механізму рух окремих деталей супроводиться їхніми співударяннями. В результаті по механізму поширюються пружні коливання, які створюють певні структурні шуми. В процесі спрацьовування деталей змінюються структурні параметри, що веде до зміни параметрів шуму і вібрації механізму в цілому. Цю фізичну властивість і використовують при діагностуванні механізмів.

В умовах підприємств автотранспорту на спеціальних установках визначають вібраційні динамічні характеристики двигуна, силової передачі, ведучого моста, рами; акустичні характеристики матеріалів, що застосовуються в кузові і кабіні автомобіля; динамічні характеристики гумових віброізоляторів і шин, віброакустичні характеристики кузова.

На автообслуговуючих підприємствах акустичні випробування автомобіля проводять у безлунній камері на стенді з малощумними біговими барабанами. Схема системи для вимірювання акустичної інтенсивності показана на рис. 4.8. При віброакустичних випробуваннях автомобіля на бігових барабанах реєструють загальний рівень шуму в децибелах (для легкового автомобіля звичайно при  $n$  2000...6000  $\text{хв}^{-1}$ ). На нерухомому автомобілі визначають частоти власних коливань різних агрегатів, оцінюють ефективність підвіски силового агрегата при працюючому двигуні. Під час руху автомобіля остаточно оцінюють ефективність заходів, спрямованих на зменшення шуму та вібрації, реєструють шум відповідно до методик, наведених у нормативних документах.

Коротко розглянемо вимірювальну апаратуру, яку найширше застосовують при віброакустичному діагностуванні автомобілів. Комп-



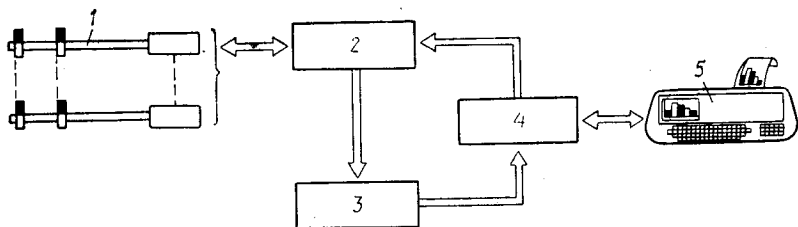


Рис. 4.8. Апаратура для акустичних випробувань легкового автомобіля:

1 — акустичні антени; 2 — блок керування; 3 — інтенсиметр; 4 — інтерфейс; 5 — мініЕОМ

лекти вимірювальної апаратури різні і залежать від поставлених завдань діагностування. При діагностуванні внутрішнього шуму застосовують прилади, які вимірюють загальний рівень звукового тиску в автомобілі. У лабораторних умовах використовують датчики динамічних сил, фазометри, імпедансні головки та вібробудники. Для вимірювань на нерухомому автомобілі можна застосовувати стаціонарну апаратуру, яка в основному призначена для реєстрації процесів, що мають періодичний характер. Під час руху автомобіля шум і вібрації реєструють магнітографом з частотною модуляцією, а аналіз добутих даних роблять в лабораторних умовах за допомогою стаціонарної апаратури.

При русі автомобіля більшість параметрів шуму й вібрацій мають випадковий характер, і для того щоб мати достовірні дані про їхнє значення, треба враховувати цю особливість. У звуковому діапазоні частот стрілочним приладом можна вимірювати тільки рівень внутрішнього шуму та рівень віброприскорень силового агрегату автомобіля.

Для вимірювань звукової вібрації застосовують п'єзоелектричні вібродатчики (акселерометри). Найбільша похибка при вимірюванні віброприскорень виникає при встановленні акселерометра на двигуні за допомогою проміжного кронштейна. Тому, щоб збільшити точність вимірювання віброприскорень, доцільно: вибирати відношення маси датчика до діаметра контактної поверхні по можливості мінімальним; до акселерометричної апаратури додавати фільтри, які обмежують зверху діапазон вимірюваних частот.

Аналізуючи періодичні сигнали, треба в деяких випадках реєструвати рівень окремих складових спектра шуму і вібрації, що мають високий рівень і кратні частоті обертання колінчастого вала двигуна, тобто робити так званий синхронний аналіз за допомогою слідкуючих фільтрів. Такі фільтри корисно застосовувати для вібрації, що передається на кузов від працюючого двигуна.

Для складних конструкцій, якими є агрегати автомобіля, доцільно визначати динамічні вібраційні характеристики експериментально. На рис. 4.9 показана схема вимірювальної установки, яка

дає змогу визначати прямі і зворотні динамічні вібраційні характеристики конструкції.

При визначенні динамічних характеристик зусилля (вібрація), що створюється електродинамічним збудником 1, передається через датчик сили 2 на об'єкт (у нашому випадку — кузов), вібрація якого сприймається акселерометром 3. Замість датчиків 2 і 3 можна використовувати імпедансну головку.

Після підсилення й інтегрування (у разі потреби) сигнал з підсилювача 4 через аналізатор 5 подається на самописець 9. Сигнал із датчика сили 2 (акселерометра 3) використовується в системі зворотного зв'язку для підтримування сталого значення сили (вібрації). Найчастіше вимірювання роблять при сталому значенні сили; фазовий кут між опорним сигналом (силою) і віброшвидкістю вимірюється за допомогою фазометра 10 і записується самописцем 11. Якщо в системі зворотного зв'язку підтримувати сталим значення не динамічної сили, а віброшвидкості, то сигнал-датчика сили буде пропорційним модулю імпедансу. Описану вимірювальну установку застосовують для діагностування вібраційних характеристик силового агрегату, карданної передачі, рами, елементів підвіски, шин і т. д. Акустичні характеристики кузова (кабіни) визначають, використовуючи мікрофон 6, аналізатор 5, підсилювач потужності 7 і звуковий генератор 8.

**Діагностування за періодично повторюваними робочими процесами або циклами.** Робочі процеси випуску, стиску, згоряння і впуску, зміна тиску у впускних паливних трубопроводах високого тиску, системи запалювання та інші часто повторюються. Оскільки закономірності зміни параметрів робочих процесів в усіх періодах ідентичні, для діагностування досить вивчити параметри одного циклу. Для цього за допомогою спеціальних перетворювачів роблять розгортку параметрів одного циклу в часі, затримку його і виведення на реєструючий або показуючий прилад.

Найбільшого поширення цей метод набув для діагностування системи запалювання двигуна за характерними осцилограмами напруг у первинному і вторинному колах. Спеціальні пристрої дають змогу зафіксувати в осцилографі процеси, що відбуваються в первинному і вторинному колах системи запалювання за час між послідовними іскровими розрядами в циліндрах, на електронно-променевої трубці для візуального дослідження. Ділянки осцилограм несуть інформацію про несправності системи запалювання. За осцилограмою первин-

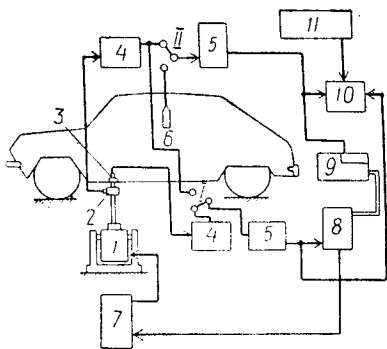


Рис. 4.9. Схема установки для вимірювання імпедансних і віброакустичних характеристик агрегатів автомобіля

ної напруги безпосередньо вимірюють кут замкнутого стану контактів, який характеризує величину зазора. За напругою іскрового розряду осцилограми вторинної напруги визначають стан зазора свічки. Порівнюючи здобуті осцилограми з еталонними, виявляють характерні несправності системи запалювання.

**Діагностування кута випередження запалювання, балансування автомобільних коліс** роблять за допомогою стробоскопічних пристроїв. Принцип роботи цих пристроїв полягає в тому, що коли в точно визначені моменти часу відносно кута повороту обертові деталі освітлювати коротким імпульсом світла, то внаслідок фізіологічної інерції людського зору деталь здаватиметься нерухомою.

**Діагностування за складом картерного масла** роблять на підставі аналізу проб масла картера двигуна для визначення кількісного вмісту продуктів спрацьовування деталей, забруднень і домішок, що потрапили в масло. Концентрації заліза, алюмінію, кремнію, хрому, міді, свинцю, олова та інших елементів у маслі дають змогу дійти висновку про швидкість спрацьовування деталей. За зміною концентрації заліза в маслі можна робити висновок про швидкість спрацьовування гільз циліндрів, шийок колінчастого вала, поршневих кілець; за зміною концентрації алюмінію — про швидкість спрацьовування поршнів та інших деталей. Вміст ґрунтового пилу характеризує стан повітряних фільтрів і всього тракту подачі повітря у циліндри двигуна.

Для кількісного визначення елементів спрацьовування у маслі, яке працювало, є методи спектрального аналізу, колориметричні, індукційні, радіоактивні та ін.

Найбільше поширений спектральний метод. Він ґрунтується на визначенні вмісту продуктів у пробі масла за характерними для кожного елемента спектрами, що утворюються при спалюванні цієї проби масла в зоні електричного розряду.

**Діагностування двигуна за складом відпрацьованих газів** має важливе значення, оскільки воно спрямоване передусім на зниження забруднень навколишнього середовища оксидами вуглецю, азоту й незгорілими вуглеводнями. Застосовувані тепер методи аналізу дають змогу мати дуже точну кількісну оцінку компонентів, які є у відпрацьованих газах.

На підставі даних про кількісний склад відпрацьованих газів можна мати інформацію про процес роботи двигуна: визначити ступінь повноти згоряння, зумовлену фізичними і хімічними факторами; оцінити якість процесів утворення суміші та газообміну; визначити вплив різних факторів на процес згоряння з метою ефективного впливу на окремі його стадії.

Для аналізу відпрацьованих газів застосовують методи, що ґрунтуються на використанні хімічних і фізичних властивостей речовин, які входять до складу газових сумішей. До хімічних методів аналізу

належать метод Орса і колориметричний метод, до фізичних — методи, що ґрунтуються на використанні фізичних властивостей досліджуваних газів: вбирання інфрачервоного або ультрафіолетового випромінювання досліджуваного середовища; теплопровідності газів; іонізації при згорянні вуглеводнів у полум'ї водневого пальника.

Вимірвальні прилади для визначення складу відпрацьованих газів можна поділити на *прилади для періодичних або неперервних вимірювань* компонентів, які надходять безпосередньо на прилад, і *прилади для періодичних вимірювань* компонентів газів, що подаються в прилад ємкостей, раніше наповнених відпрацьованими газами. Відомі й інші методи діагностики, але вони з різних причин мають обмежене застосування.

#### **4.8. Ефективність діагностування автомобіля і перспективи розвитку технічної діагностики**

*Ефективність діагностування — ступінь пристосованості методів і контрольньо-діагностичних засобів до визначення технічного стану автомобіля.* Її оцінюють такими показниками: ймовірністю правильного визначення технічного стану автомобіля з урахуванням системи діагностування; інформаційною здатністю алгоритмів діагностування і контрольньо-діагностичних засобів; точністю й достовірністю діагностичної інформації; технологічністю системи діагностування і зручністю проведення регулювальних робіт; металомісткістю та енергоємністю контрольньо-діагностичних засобів; вартістю виготовлення й експлуатаційними витратами (економічною ефективністю системи діагностування).

Одним критерієм важко оцінювати ефективність системи діагностування, оскільки треба одночасно враховувати якість функціонування контрольньо-діагностичних засобів, техніко-економічні можливості та економічну доцільність діагностування.

Економічну ефективність діагностування оцінюють за діючою методикою визначення економічної ефективності впровадження нової техніки на автомобільному транспорті.

Своєчасне і в повному обсязі виконання діагностичних робіт багато підвищує ефективність і якість підготовки автомобілів до експлуатації. Наприклад, при діагностуванні паливної системи індивідуального автомобіля з наступним оптимальним регулюванням скорочуються витрати на паливо, знижується вміст СО у відпрацьованих газах; при діагностуванні установки керованих коліс збільшується термін служби шин.

Технічна діагностика автомобіля тепер стала дуже важливим елементом планово-запобіжної системи ТО і ремонту автомобільної техніки. Впровадження її на автомобільному транспорті значно поліпшує технічний стан рухомого складу при одночасному зниженні експлуа-

таційних витрат, забезпечує економію палива і створює безпеку дорожнього руху, зменшує забруднення навколишнього середовища вихлопними газами.

Проте обсяг контрольної-діагностичних робіт у загальному обсязі ТО і ремонту досить великий і вже досяг третини обсягу ТО. З одного боку, це спричинено ускладненням конструкції автомобілів, їхньою непристосованістю до діагностування, прагненням запобігти відказам і несправностям автомобілів та уникнути надмірного обсягу профілактичних і ремонтних робіт, а з другого — недосконалістю технології та організації технічної діагностики автомобілів. Впровадження діагностики в технологічні процеси ТО і ремонту не завжди ще дає бажану ефективність. Тому розв'язуванню проблем, пов'язаних з діагностуванням автомобілів, треба приділяти більше уваги.

Розробляється номенклатура діагностичних засобів стосовно існуючої і перспективної виробничої структури підрозділів галузі. Для цього треба буде старанно вивчити й узагальнити досвід застосування діагностики на автотранспортних підприємствах, вдосконалювати засоби діагностування і створювати нові перспективні види цієї техніки. Типаж її повинен бути комплексом таких елементів, із яких можна скласти набори для будь-якого типового АТП.

Для автомобілів, що працюють у відриві від баз, і позадорожніх самоскидів треба розробити комплекс засобів безстендового діагностування. У його складі мають бути засоби зовнішнього діагностування (прилад для визначення потужнісних показників двигуна щодо його розгінних характеристик, параметрів тиску і температури вихлопних газів; пристрій для визначення стану трансмісії за акустичними й тепловими показниками; прилади для перевірки паливоподавальної апаратури) і засоби вмонтованого діагностування (прилади для перевірки витрачання палива, гальмівної ефективності). Останні можуть бути як елементами конструкції автомобіля, так і переносними засобами, що тимчасово надаються автомобілеві на період діагностування в процесі експлуатації (витратоміри палива, індикатори ефективності гальмової системи).

Для АТП малої потужності і філіалів об'єднань треба розробити спрощений комбінований роликівий стенд з біговими барабанами, що базується на інерційному методі визначення потужнісних, гальмівних (частково ходових) та економічних показників автомобіля. До цього стенда має додаватись певний комплекс необхідних переносних діагностичних приладів. Для середніх і великих АТП будуть розроблені модульні системи діагностування на базі спеціалізованих стендів (тягових, гальмівних і ходових якостей), кожен із яких має модуль-приставку, яка забезпечує автоматизоване задавання тестових режимів, автоматизоване встановлення діагнозу за заданою програмою і передачу результатів виконавцеві робіт на ТО і ремонті автомобілів та центру керування виробництвом. Модульна система

дає змогу оперативно вписуватись у визначені технологічні процеси ТО і поточного ремонту автомобілів.

Заводські центри обслуговування автомобілів будуть оснащені автоматизованими діагностичними станціями (комбайнами) для централізованого діагностування автомобілів. До складу таких комбайнів мають входити стенди інерційно-навантажувального типу, платформові стенди для перевірки кутів установки передніх коліс автомобіля і комплекси переносних приладів.

У найближчі роки треба налагодити промислове виробництво в достатній кількості сучасної діагностичної техніки, передбачити сучасне нормативно-технічне забезпечення діагностування рухомого складу, підвищити рівень організації ремонтно-обслуговуючого виробництва на основі повнішого використання діагностичної інформації, підготувати висококваліфікованих операторів-діагностів.

### **Контрольні запитання**

1. Що називають діагностуванням і коли воно робиться?
2. Які завдання діагностування?
3. На які види поділяють діагностування автомобілів?
4. Що таке система діагностування технічного стану і на які види вона поділяється?
5. Що являє собою діагностична модель?
6. Яка різниця між діагностичними параметрами і параметрами технічного стану?
7. Що таке прогнозування технічного стану автомобіля і які є методи прогнозування?
8. Що таке процес діагностування?
9. Що таке інформативність діагностичних сигналів і як їх оцінити?
10. Які завдання діагностичної інформації?
11. Які розрізняють методи і засоби діагностування автомобіля?
12. Що треба розуміти під ефективністю функціонування технічної діагностики?
13. Які перспективи розвитку технічної діагностики?

# ТЕХНОЛОГІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ

## Глава 5 ЗОВНІШНІЙ ДОГЛЯД ЗА АВТОМОБІЛЕМ

### 5.1. Прибирально-мийні роботи

До технічного обслуговування автомобіля входять операції, які залежно від характеру та умов виконання об'єднують у певні групи, що охоплюють цикл робіт профілактики (табл. 5.1). Такий поділ дає змогу використовувати робітників відповідної спеціальності і кваліфікації, а також спеціальне обладнання, прилади й інструменти.

Кожен агрегат автомобіля має свої особливості, які треба враховувати при виконанні профілактичних робіт, тому надалі ТО автомобіля розглядатимемо за видами виконуваних робіт по кожному агрегату.

У процесі експлуатації автомобілів під впливом атмосферних дій, сонячного проміння, навколишнього середовища лакова плівка пофарбування кузова поступово тьмяніє і стає матовою. На пофарбованій поверхні з'являються тріщини, що доходять до металу. У них потрапляють бруд, сіль і хімікати, створюючи умови для інтенсивної корозії автомобіля. Внутрішня оббивка кузова, подушки сидінь, спинки і підлога забруднюються пилом, сміттям, а платформи вантажних автомобілів — рештками вантажів. Під дією сірчистих сполук, що є в повітрі, і солей, якими іноді посипають узимку дороги, хромовані деталі кузова втрачають блиск. Особливо забруднюється знизу шасі автомобіля.

Щоб підтримувати належний зовнішній вигляд автомобіля, видаляти з поверхні його деталей бруд, солі й хімікати, якісно виконувати контрольно-діагностичні роботи, після повернення автомобіля з лінії треба проводити прибирально-мийні роботи.

До групи цих робіт входять: прибирання; попереднє обполіскування; миття спеціальною сумішшю з водою; остаточне обполіскування; сушіння або протирання автомобіля; нанесення захисного шару воску; полірування пофарбованих поверхонь; нанесення антикорозійного покриття; підфарбовування і пофарбування; дезинфекція автомобілів загального користування і спеціального призначення.

**Прибирання автомобілів.** Під час прибирання видаляють пил і сміття з кузова легкових автомобілів і автобусів, кабін і платформ

Таблиця 5.1

| Роботи                  | Призначення  |
|-------------------------|--|
| Прибирально-мийні       | Підготовка автомобіля до наступних операцій ТО або ремонту і надання автомобілю належно зовнішнього вигляду  |
| Контрольно-діагностичні | Контроль стану або роботоздатності елементів автомобіля, виявлення причин їх несправності і прогнозування залишкового ресурсу  |
| Кріпильні               | Перевірка стану різьбових з'єднань деталей та їхнього кріплення, встановлення кріпильних деталей замість загублених і зміна непридатних  |
| Масильні                | Періодична зміна і поповнення масла в картерах агрегатів автомобіля, мащення підшипників і шарнірних з'єднань, заправлення автомобіля спеціальними рідинами, очистка фільтрів, відстійників мастильної системи |
| Регулювальні            | Регулювання операцій на автомобілі (часткове і повне регулювання гальм, регулювання карбюратора і кутів установа коліс)  |
| Заправні                | Визначення і поповнення кількості палива в баку і рідини в системах охолодження автомобіля   |

вантажних автомобілів, протирають двигун, щитки приладів і внутрішній бік капота, а також очищають шасі від грудок бруду, снігу і криги.

Для прибирання використовують *пилососи, волосяні щітки, мітли, обтиральні матеріали* та інші допоміжні засоби. Крила і підніжки автомобіля очищають від бруду, снігу і криги дерев'яними молотками, а ходову частину автомобіля — металевою лопаткою. Кузови автобусів і автомобілів спеціального призначення (для перевезення продуктів, санітарних та інших автомобілів) періодично дезинфікують згідно з вимогами санітарної інспекції.

Пил із оббивки видаляють пилососами або щітками. Забруднену оббивку промивають водою або мильним розчином за допомогою м'якої волосяної щітки. Жирні і масляні плями видаляють чистою ганчіркою, намоченою у хлороформі, ефірі або авіаційному бензині. При потраплянні на оббивку великої кількості масла його попередньо видаляють лезом тупого ножа. Аналогічно очищають оббивку і від смоляних плям. Добре знімаються смоляні плями також скипидаром або ацетоном. Чорнильні плями видаляють 10 %-ю щавлевою кислотою або 2 %-м розчином натрію з фтором та іншими речовинами. Акумуляторну кислоту нейтралізують аміачною водою протягом однієї хвилини, потім пляму протирають ганчіркою, намоченою в холодній воді.

Для приклеювання деталей і матеріалів застосовують кілька видів клею. Наприклад, клеєм ИПК-КС-ІП приклеюють підсилювачі до панелей капота і багажника, клеєм ИПК-12М — ізолюючі матеріа-



ли підлоги автомобіля ВАЗ, клеєм ИПК-53 — поліхлорвінілову плівку до деревноволокнистої плити оббивки дверей автомобіля ВАЗ.

**Миття автомобілів.** З метою видалення забруднень із зовнішніх частин шасі і кузова автомобілів їх старанно миють. Автомобілі миють холодною і теплою водою (40...50 °С і більше), парою, іноді спеціальними мийними рідинами. Для легкових автомобілів широко застосовують різні автошампуні.

Залежно від робочого тиску води, пари або спеціальної мийної рідини розрізняють миття при високому (2,5...8,0 МПа), середньому (0,4...2,5 МПа) і низькому (0,2...0,4 МПа) тиску. Завдяки високій продуктивності, зниженню собівартості очистки і забезпеченню схоронності лакофарбових покриттів метод струминної очистки автомобілів під високим тиском останнім часом витісняє інші види миття.

У мийних установках високого тиску насосні агрегати у разі потреби обладнують спеціальними системами — нагрівання води, подачі мийних засобів, автоматики і захисту. Поверхня автомобілів очищається за рахунок дії плоского водяного струменя, що надходить із великою швидкістю з розпилювача через спеціальну насадку. Вода нагрівається в змійовику, який обігрівається газами від згорілого рідкого палива, або в баку з теплоелектронагрівниками. Температура води підтримується на заданому рівні системою автоматики. Для знежирення поверхонь, які обмивають, установки обладнують системою подачі в струмінь концентрованого розчину мийних засобів. Від насоса до розпилювача вода подається полегшеними високоміцними шлангами з синтетичних армованих матеріалів.

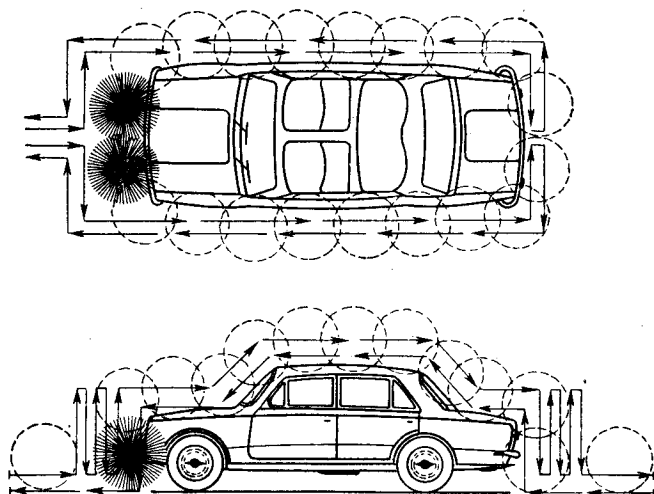
За способом виконання робіт розрізняють миття ручне, механізоване й комбіноване. *Ручне* миття провадять із шланга з брандспойтом або мийним пістолетом, *механізоване* — спеціальними установками (рис. 5.1), які залежно від способу керування поділяють на автоматичні і з ручним приводом. *Комбіноване миття* полягає в тому, що одну частину автомобіля (шасі або кузов) обмивають механізованим способом, а іншу — ручним.

Конструктивно мийні установки поділяють на такі типи: стаціонарні струминно-щіткові (з кареткою, що переміщується навколо автомобіля, з переміщенням автомобіля), стаціонарні безщіткові (з кареткою, що переміщується навколо автомобіля, з переміщенням автомобіля), для ручного щіткового миття, для ручного шлангового миття (водо-, паро- і водопароструминні).

*Стаціонарні струминно-щіткові установки* обладнані щітками з хитною системою підвіски. Установки працюють із застосуванням противаг в автоматичному русі. Продуктивність їх становить 30...40 авт./год, витрата води на миття одного автомобіля — 800...900 л, робочий тиск води — 0,4...0,6 МПа.

*Стаціонарні безщіткові мийні установки* застосовують для миття кузовів і нижньої частини автомобілів. Вони не пошкоджують антени

Рис. 5.1. Миття автомобілів струминно-щітковою установкою



й інше зовнішнє обладнання автомобілів, а також не залишають подряпин на лакофарбових покриттях. Продуктивність цих установок становить 20...30 авт./год при робочому тиску води 0,8...1,2 МПа, витрата води на миття одного автомобіля — 1200...1300 л. Автомобіль пересувається конвейером.

Для миття легкових автомобілів широко застосовують мийну *установку М130*. Вона має високу продуктивність, низьку питому витрату води й електроенергії, для неї потрібні порівняно невеликі площі і вона характеризується високою якістю миття без пошкодження лакофарбового покриття. Установка зручна в експлуатації, продуктивність її становить 60...90 авт./год.

Установка М130 п'ятищіткова. Чотири вертикальні щітки й одна горизонтальна дають змогу промивати три рази передню і задню частини кузова, два рази — бічні поверхні й один раз — верх. Установка М130 ефективно змочує і обполіскує автомобіль, дає змогу застосовувати мийні і воскові суміші, за своїми параметрами не відрізняється від зарубіжних аналогів. Установку можна використовувати і для миття мікроавтобусів.

Для видалення вологості з автомобіля після миття є *спеціальні установки* (рис. 5.2). Вони видаляють вологу за допомогою повітря, підігрітого до 40...50 °С при тиску 0,2...0,4 МПа (наприклад, М1123), інфрачервоного проміння і т. п. Вологу з двигуна і приладів системи запалювання після миття знімають стиснутим повітрям за допомогою спеціального пістолета при тиску 1 МПа. Зовнішні поверхні кабіни, капота, облицювання, крил, фар, підфарників, сигнальних знаків вантажних автомобілів протирають обтиральним матеріалом, а поліровану поверхню кузова — замшею або байкою.

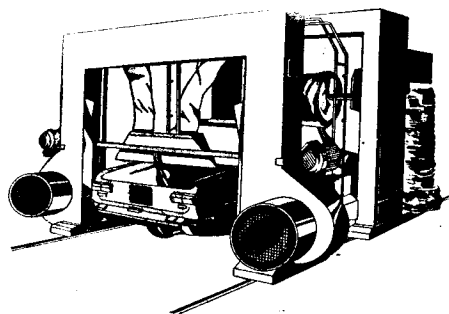


Рис. 5.2. Установа для миття і сушіння автомобілів

Розроблено і пройшло випробування нове мийне і сушильне устаткування, яке може задовольнити основні потреби різних автопідприємств. Почато виробництво комплектів М133, до яких, крім базової установки М130, входять конвейер П542, установка для миття нижніх бічних поверхонь і коліс М131 та для сушіння автомобілів М132.

Для підприємств із різною кількістю легкових автомобілів

розроблено комплект устаткування для мийно-сушильних ліній М150, М151, М152, М153, М154, М155. На рис. 5.3 для прикладу показана одна з таких ліній. Модульний принцип комплектування устаткування дає змогу при невеликих затратах мати мийну лінію продуктивністю 60...200 авт./год. Технічні характеристики комплексу устаткування для миття і сушіння легкових автомобілів наведені у табл. 5.2.

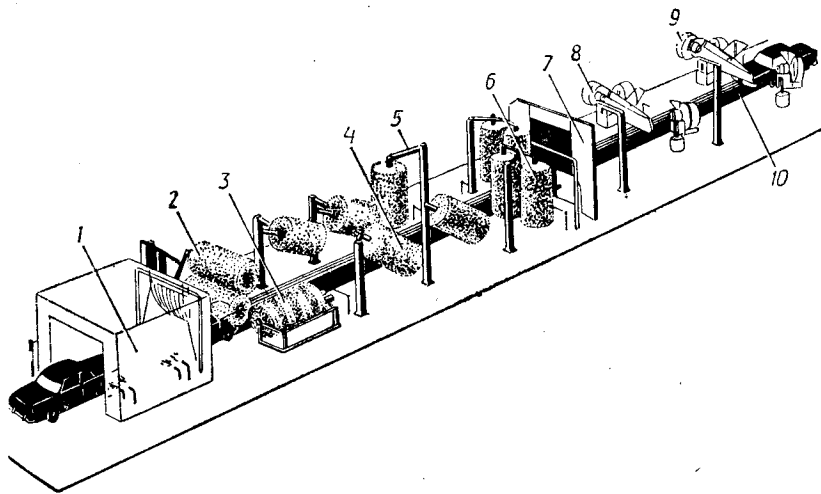


Рис. 5.3. Лінія М155 для миття і сушіння легкових автомобілів:

1 — струминна установка М146 для миття шасі автомобіля; 2 — установка М142 для миття верхніх і торцевих поверхонь автомобіля; 3 — установка М131 для миття нижніх бічних поверхонь і коліс автомобіля; 4 — установка М145 для миття бічних поверхонь; 5 — установка М144 для миття задньої поверхні; 6 — установка М144 для миття бічних і торцевих поверхонь; 7 — екран розсувний М148; 8, 9 — відповідно установки М147 і М149 для сушіння автомобілів; 10 — конвейер

Розроблені також *пересувні установки* для миття і сушіння легкових автомобілів, технічні характеристики яких наведені в табл. 5.2.

Для миття вантажних автомобілів випускають *струминні установки M129*, для миття автобусів — *щіткові установки M123*; для миття вантажних автомобілів переважно з тентами, фургонами та ін. — *установки M127*. На рис. 5.4, а наведена модернізована мийна установка *M123M* для миття автобусів. Для миття автобусів розроблена також високопродуктивна *семищіткова установка M128* (рис. 5.4, б).

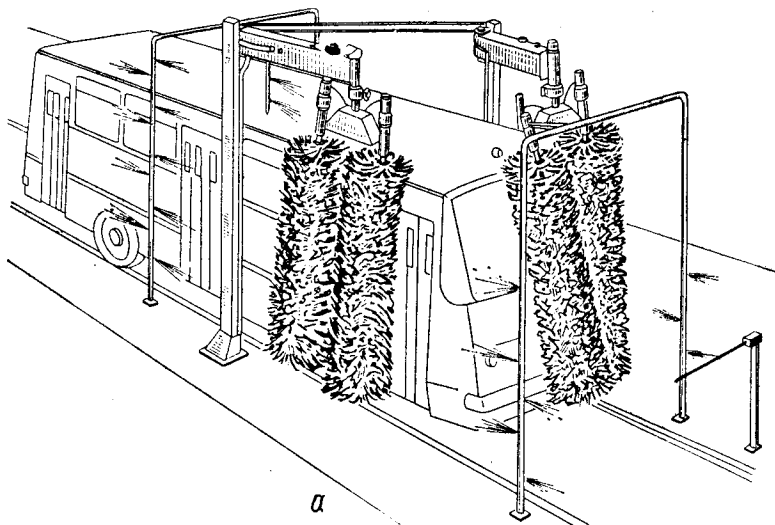
Технічні характеристики установок для миття і сушіння автобусів і вантажних автомобілів наведені в табл. 5.2.

Таблиця 5.2

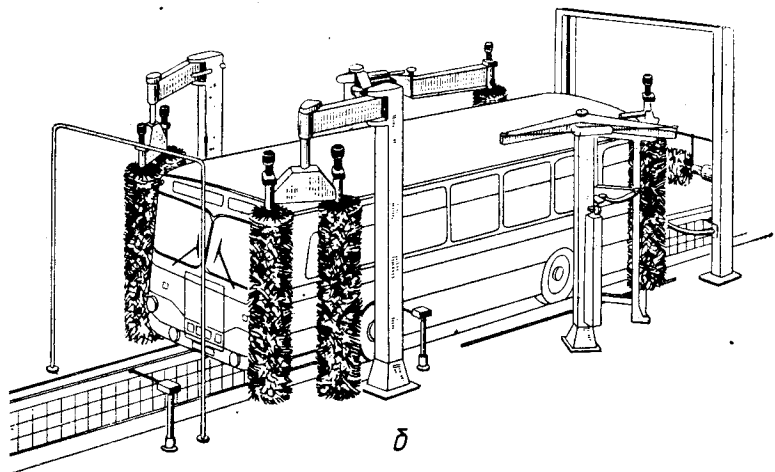
| Типи установок                              | Продуктивність, авт./год | Витрата води, л/авт. | Робочий тиск води, МПа |
|---|--------------------------|----------------------|------------------------|
| <b>Для легкових автомобілів</b>             |                          |                      |                        |
| <b>Мийні:</b>                               |                          |                      |                        |
| стаціонарні щіткові M-142                   | 200                      | 50                   | 0,3                    |
| M-143                                       | 60...90                  | 30...40              | 0,3                    |
| M-144                                       | 200                      | 20                   | 0,3                    |
| M-145                                       | 150                      | 8                    | 0,3                    |
| стаціонарно-струминні                       | 200*                     | 75*                  | 2,0                    |
| M-156                                       | 60**                     | 200**                | 2,0                    |
| <b>пересувні</b>                            |                          |                      |                        |
| M-124                                       | 10...12                  | 100...110            | 0,3                    |
| M-126                                       | 60                       | 20                   | 0,3                    |
| M-135                                       | 60                       | 200                  | 1,8...2,0              |
| M-137                                       | 20...25                  | 100...110            | 0,3                    |
| M-141                                       | 60                       | —                    | —                      |
| <b>Сушильні:</b>                            |                          |                      |                        |
| M-147                                       | 90...110                 | —                    | —                      |
| M-149                                       | 140...160                | —                    | —                      |
| <b>Екран:</b>                               |                          |                      |                        |
| M-148                                       | 200                      | —                    | —                      |
| <b>Для автобусів і легкових автомобілів</b> |                          |                      |                        |
| <b>Мийні:</b>                               |                          |                      |                        |
| <b>щіткові</b>                              |                          |                      |                        |
| M-123                                       | 60                       | 130                  | 0,3                    |
| M-123M                                      | 60...70                  | 130                  | 0,3                    |
| M-128                                       | 80...120                 | 130...190            | 0,3                    |
| <b>струминні</b>                            |                          |                      |                        |
| M-129                                       | 25...50                  | 800...1500           | 1,8...2,0              |
| <b>струминно-щіткові</b>                    |                          |                      |                        |
| M-127                                       | 15...25                  | Автопоїздів<br>680   | 1,8...2,0              |
| <b>струминні (пересувні)</b>                |                          |                      |                        |
| M-602                                       | 10...12                  | 680...800            | 1,8...2,0              |

\* При косметичному митті.

\*\* При передремонтному митті.



а



б

Рис. 5.4. Установки М123М (а) і М128 (б) для миття автомобілів

**Очистка двигателя.** При експлуатації автомобіля (особливо влітку) поверхня двигуна покривається забрудненням, що складається з різних речовин. До забруднень входять речовини органічного походження (масла, жири, рештки комах) і неорганічні (дорожній пил, продукти корозії металів, сажа тощо). Суміш забруднень поступово перетворюється в тверду плівку, що має досить високу адгезію до поверхні двигуна. Ця плівка є добрим ізоляційним матеріалом, вона утруднює

конвективний теплообмін між поверхнею двигуна і навколишнім повітрям. У жаркі дні брудний двигун може стати причиною його перегрівання з усіма небажаними наслідками (підвищеною витратою палива, зниженням потужності, передчасним спрацьовуванням тощо). Крім того, плівка на поверхні двигуна посилює утворення корозії на границі стикання металу з плівкою бруду. Бруд також руйнує лакофарбові матеріали, якими покриті частини двигуна. Таким чином, тримання двигуна в чистоті — технічна необхідність.

Видалення з поверхні двигуна забруднень звичайним методом механічної очистки тут неприйнятне. Найкраще застосовувати мийні композиції, які складаються з водного розчину лужних електролітів (кальцинована сода, метасилікат натрію, тринатрійфосфат та ін.) із додаванням поверхнево-активних речовин. Такі мийні розчини дають добрі результати при температурі 70...90 °С. Концентрація розчинів 10...30 г/л.

При температурі 15...25 °С очистити двигун за допомогою лужних розчинів важко. У таких випадках можна видалити забруднення за допомогою розчинників (аліфатичних і ароматичних вуглеводнів та їхніх хлорованих похідних). До розчинників аліфатичного ряду належать дизельні палива, гас, уайт-спірит, бензин, до ароматичних — бензол, ксилол, толуол та ін. До хлорованих вуглеводнів належать дихлоретан, трихлоретан, перхлоретилен, хлорбензол та ін. Перші з них малотоксичні, добре розчиняють мінеральні масла, консистентні мастильні матеріали, різні консервуючі суміші на їхній основі. Ароматичні розчинники розчиняють і смолисті забруднення. Аліфатичні й ароматичні вуглеводневі розчинники вогненебезпечні. Найефективніші розчинники — хлоровані вуглеводні. Вони пожежонебезпечні і розчиняють мастильні матеріали, бітуми, різні смолисті відкладення і навіть старі лакофарбові покриття, проте дуже токсичні і застосовувати їх можна тільки при неухильному додержанні правил техніки безпеки. Спільними недоліками всіх розчинників є те, що вони залишають тонку плівку з залишками масел і смолистих речовин. При випаровуванні розчинника ця плівка стає липкою, на ній осідає пил і двигун знову швидко забруднюється. Крім того, більшість розчинників спричиняє руйнування лакофарбових матеріалів і гумових деталей.

Цих недоліків не мають «Автоочисники двигуна» в аерозольній упаковці, до складу яких входять розчинники, поверхнево активні речовини та інші добавки. Автоочисники двигуна добре змивають смолисті відкладення, забруднення неорганічного характеру, що змішалися з мастильними матеріалами і жирами, поліпшують змочуваність водою очищеної поверхні, емульгують і стабілізують у мийному розчині забруднення. Органічні розчинники розчиняють масложирові і смолисті відкладення, що полегшує емульгування поверхнево-активних речовин. Щоб запобігти негативній дії на метал, до складу очисників слід вводити інгібітори корозії.

Частість чищення двигуна залежить від умов та інтенсивності експлуатації автомобіля, технічного стану двигуна. У середньому достатньо чистити двигун один раз на 2...3 місяці. Чистити двигун у приміщенні можна тільки в тому разі, коли є добра вентиляція. Двигун миють за допомогою садового гумового шланга. Треба мати також два малярні пензлі — один великий, другий — маленький для обробки важкодоступних місць. Акумулятори на час чистки вимикають (засіб вогнебезпечний). Потім на поверхню двигуна наносять пензлем або розпиленням засіб для чистки. Після нетривалого часу із шланга на двигун подають воду. Якщо двигун дуже забруднений, то іноді потрібна повторна очистка. У таких випадках рекомендується обробляти поверхню пензлем, поливаючи воду зі шланга до повного видалення залишків забруднень і слідів чистильного засобу. З погляду санітарних вимог очистка двигунів на відкритих майданчиках поблизу джерел водопостачання, обладнаних комунікацією для видалення стічних вод, більш прогресивна порівняно з очисткою в приміщеннях.

## **5.2. Технічне обслуговування лакофарбових покриттів кузова**

Лакофарбові покриття автомобілів — це складна багатшарова система, що складається з ґрунту, шпаклівки й емалі. При підбиранні компонентів цієї системи враховують принцип, за яким кожен шар має виявити максимально необхідні для нього технічні властивості. Наприклад, ґрунтовка повинна мати добру адгезію до металу і водонепроникність, емаль зовнішнього шару повинна бути стійкою проти дії агресивного навколишнього середовища, мати механічну міцність і високі декоративні властивості.

Для пофарбування кузовів легкових автомобілів застосовують нові мелаіноалкідні емалі гарячого сушіння. Порівняно з нітроцелюлозними ці емалі мають кращі декоративні властивості, вищу атмосферостійкість, твердість, еластичність, стійкість проти періодичної дії мінерального масла, бензину та інших агресивних продуктів. Застосування таких емалей дало змогу підвищити загальну корозійну стійкість автомобільних покриттів і поліпшити їхні декоративні властивості. Однак треба брати до уваги, що забруднення навколишнього середовища внаслідок збільшення в атмосфері продуктів згоряння палива, викидів промислових підприємств не може не вплинути на руйнування лакофарбового покриття.

У лакофарбових покриттях автомобілів настають зміни хімічних і фізичних властивостей лакофарбових покриттів (старіння). Одним із проявів старіння покриттів є *деструкція лакофарбового покриття*: *окислювальна, термічна і фотохімічна*. У плівці лакофарбового покриття під дією кисню повітря, підвищеної температури й ультрафіолетового проміння відбуваються окислювальні про-

цеси, розрив основного ланцюга макромолекул плівкоутворюючого полімеру та інші хімічні зміни. Втрачається еластичність покриття. Воно стає крихким, менш стійким проти деформації і вібрації. Під час експлуатації автомобіля утворюються мікротріщини.

У літній період на поверхні покриття настають різкі зміни температури, які спричиняють місцеві напруження, а потім і мікротріщини. Такі тріщини зменшують блиск, збільшують пилонагромадження. Через мікротріщини проникає волога, яка ще більше руйнує покриття. Тріщини ширшають, поглиблюються і досягають поверхні металу. Починається корозія кузова автомобіля. Це дуже небажаний процес. Лакофарбове покриття під час старіння зазнає й інших змін, які погіршують його якість. Так, під дією ультрафіолетового проміння тонкий поверхневий шар плівки окислюється з виділенням пігменту. Цей процес називається «*крейдінням*». Змінюється колір, з'являється білястість, зменшується блиск, що в кінцевому підсумку погіршує декоративний вигляд лакофарбового покриття.

Руйнування лакофарбового покриття посилюють різні забруднення (тверді і рідкі матеріали, газ, пил, сажа, частинки асфальту, мінеральні масла і мастильні матеріали), які нагромаджуються на автомобілі при його експлуатації.

Повністю запобігти старінню лакофарбового покриття неможливо, проте зменшити його руйнування можна правильним і кваліфікованим технічним обслуговуванням покриття.

Найважливіша умова захисту автомобіля від спрацьовування, продовження терміну його служби, збереження охайного зовнішнього вигляду — це регулярне і своєчасне виконання косметичних операцій. На обробленій поверхні автомобіля утворюється захисна жирова або воскова плівка, яка не дає змоги забрудненням стикатися безпосередньо з матеріалом (пофарбуванням або оголеним металом) й осідати в порах, щілинах, тріщинах. Забруднення тільки прилипають до захисної плівки або стікають з неї.

Склад забруднень залежить від умов, в яких експлуатується автомобіль. У загальному випадку з а б р у д н е н н я на поверхні кузова автомобіля складаються з кількох взаємопроникаючих шарів.

*Перший шар* — вільно прилиплі частинки силікатів, змішані з органічними речовинами різних розмірів. Цей шар досить легко усувають струменем води або обережним миттям, щоб при цьому не пошкодити лакофарбове покриття.

*Другий шар* складається з частинок відпрацьованих газів автомобілів, сажових осадків із атмосфери, продуктів спрацьовування асфальтового покриття доріг, решток комах та інших забруднень органічного характеру. Цей шар змити водою не можна. Для його видалення застосовують різні хімічні препарати типу шампунь.

*Третій шар* утворюють окислені поліруючі і консервуючі препарати з домішкою зруйнованого лакофарбового покриття.



*Четвертий шар* складається з частинок пігменту, оточених вільними частинками, що виділились із синтетичних смол лакових покриттів.

Третій і четвертий шари видаляють хімічним способом (якщо шари не дуже старі) або шліфувальними пастами (для застарілих шарів).

Для продовження терміну служби покриття автомобіля треба прагнути до того, щоб захисний консервуючий шар покривав, по можливості, всі поверхні його деталей, не був липким і не затримував на своїй поверхні забруднення. При правильному використанні різних хімічних препаратів ця вимога легко виконується.

При виконанні косметичних операцій треба додержувати певних правил, які забезпечують добрі результати при мінімальних затратах часу і сил. Автомобіль не можна обробляти при яскравому сонячному освітленні, бо на розігрітому кузові з'являються тріщини та інші руйнування лакофарбового покриття. У жарку погоду операції косметики краще проводити рано вранці або ввечері після охолодження автомобіля. З цієї ж причини не слід мити й полірувати капот, нагрітий від двигуна. Під час туману, в дощову і сніжну погоду, в мороз косметичні операції проводити не рекомендується. Застосування в цьому разі гарячої води може сприяти розтріскуванню покриття.

Категорично забороняється стирати пил із поверхні автомобіля всуху, бо частинки забруднень дряпають покриття. З цієї ж причини не слід робити косметику в пильному середовищі, під квітучими деревами. На робочому одязі не повинно бути зовнішніх гудзиків, металевих предметів, особливо на рукавах.

Розрізняють два види косметики: малу і велику.

*Мала косметика* передбачає, що перед останньою поїздкою автомобіль був належним чином оброблений і всі його деталі були покриті відповідним косметичним або консервуючим препаратом.

Малу косметику розпочинають робити з прибирання салона (видаляють бруд і пил з підлоги), потім мють кузов водою, а після сушіння полірують фланелевою ганчіркою пофарбовані поверхні. Після кожної поїздки треба видаляти з пофарбування плями асфальту, бо нафтопродукти, які є в асфальтовій суміші, діють на лакофарбове покриття, змінюючи його відтінок, а на кузовах, пофарбованих у білі тони, залишають незмивні жовті плями.

Вітрове скло промивають спеціальним очисником. Склоочисник старанно розтирають газетним папером досуха для видалення залишків жирових відкладень на мокрому вітровому склі, які перешкоджають його очистці склоочисником. Хімічних препаратів при малій косметиці не застосовують.

*Велика косметика* проводиться один раз на один або три місяці залежно від інтенсивності експлуатації автомобіля та умов його зберігання. Передусім видаляють пил, тобто підмітають підлогу, чистять

подушки сидінь спинок. Потім промивають і прочищають, а після цього і консервують усі поверхні кузова й агрегатів у підкапотному просторі відділення двигуна. Очищають також внутрішній простір багажника і всю нижню частину кузова автомобіля. В останню чергу миють, чистять і консервують зовнішню лаковану поверхню кузова, хромовані деталі, шини й гумові вироби.

Жирні плями видаляють бензином або спеціальним препаратом «Очисник-1» для оббивки (рідина).

Оббивку з штучної шкіри миють 3 %-м розчином шампуню і після протирання насухо покривають тонким шаром консервуючої речовини типу «Автополіш».

Хромовані, алюмінієві та інші металеві предмети всередині консервують призначеними для цього препаратами, наприклад «Неоксид».

Гумову підлогу промивають 3 %-м розчином шампуню і покривають тонким шаром препарату «Кариме».

Підкапотне відділення двигуна очищають від масла вітчизняним препаратом «Очисник двигуна» (аерозоль) або препаратом АРВА, який наносять пензлем або пістолетом-розпилувачем, потім видаляють його струменем води. Переривач-розподільник обгортають поліетиленовою плівкою для захисту від потрапляння води.

Нижню частину автомобіля промивають струменем води і покривають препаратом АРВА. Після видалення залишків препарату водою і просушування кузова обробляють оголені металеві поверхні препаратом вітчизняного виробництва — очисником іржі «Омега-1» (желеподібна паста), а потім підфарбовують і консервують бітумним антикором.

Поверхню кузова змочують водою. Потім за допомогою щітки, намоченої в розчині шампуню, змивають бруд горизонтальними рухами зверху вниз так, щоб піна рівномірно покривала всю поверхню. Працювати треба швидко (не більш як 10 хв), щоб шампунь не висохав, інакше його буде важко усунути, не пошкодивши пофарбування. Потім добре промивають водою усю поверхню, змиваючи залишки шампуню. Після старанного споліскування, просушування і протирання кузова відразу приступають до нанесення консервуючого шару. Не можна залишати миту незахищену поверхню пофарбування, оскільки вона дуже швидко руйнується. Якщо під рукою немає консервуючого препарату, то краще обмежитись миттям автомобіля без шампуню чистою водою (залишиться непорушеним старий консервуючий шар). Ця рекомендація правильна для всіх видів шампуней, крім «Лак-Клину». При митті «Лак-Клином» відпадає потреба просушувати поверхні після споліскування і полірування. «Лак-Клин» сам утворює на поверхні лакованого кузова блискучий консервуючий шар, який не дає осідати пилю в воді. Проте не слід забувати, що блиск і консервуючий захист «Лак-Клину» короточасні, тому при використанні його рекомендується мити автомобіль два рази на місяць.

Промивши автомобіль шампунем і просушивши, видаляють залишки асфальту за допомогою засобу вітчизняного виробництва «Клинерполіш». Цей препарат «оживляє» тьмяні місця поверхні, вирівнює різні відтінки, особливо на місцях, відновлених після пошкоджень пофарбування, які покриті нітролаком і змінили початковий відтінок. Заново пофарбовані місця обробляють «Клинерполішем» частіше. Цим препаратом можна також загладити неглибокі подряпини (наприклад, від гілок дерев).

Промитий, очищений від слідів асфальту і оброблений «Клинерполішем» кузов треба законсервувати одним із поліруючих препаратів (поліроль, автобальзам, автополіш, «Кариме», «Клинерполіш» та ін.). Поліруючі суміші складаються з тонких абразивів, масел, воску, господарчого мила, води, розчинника та інших компонентів. Абразиви шліфують і полірують покриття, віск заповнює пори і мікроскопічні нерівності, а розчинник виводить залишки жирових плям і забруднень.

Таблиця 5.3

| Група препаратів          | Хімічні препарати для догляду за легковим автомобілем  |
|---------------------------|--|
| Миючі                     | Шампунь концентрований (рідина); шампунь АШ-74 (рідина); шампунь із антикорозійним ефектом (рідина); шампунь з осушувальним ефектом (рідина); засіб «Лак-Клин» (порошок)   |
| Чистильні                 | Очисник кузова зимовий (рідина); очисник бітумних плям (аерозоль); очисник іржі «Омега-1» (желеподібна паста); деконсервант (аерозоль); очисник двигуна (рідина або аерозоль); очисник кузова і стекол (аерозоль); розморожувач (аерозоль); «Очисник-1» для оббивки (рідина)   |
| Поліруючі                 | Поліроль-2 для нових покриттів (аерозоль); поліроль консервуючий для нових покриттів (паста); віск АВ-70 (паста); поліроль консервуючий для обвітрених покриттів (паста); засіб «Клинерполіш» (емульсія); поліроль для старих покриттів; паста шліфувальна ВА3-1; серветка поліруюча (просочена серветка)            |
| Захисні                   | Консервант кузова (емульсія); консервант порогів «Мовіль» (рідина); консервант порогів «Мовіль» (аерозоль); мастика бітумна антикорозійна й антикор епоксидний для днища (мастика); емаль чорна (аерозоль); «Антизапінтнівач-1» (аерозоль) і серветка-антизапінтнівач (просочена серветка); мастило ВТВ-1 (аерозоль) |
| Герметизуючі<br>Допоміжні | Герметик-прокладка (паста)<br>В'язка рідина для змивання старої фарби; перетворювач іржі (рідина); засіб «Уніема» (аерозоль)   |
| Інші                      | Набір ремонтний (смола, ствердник, наповнювач, циліндр вимірювальний, склотканина, плівка поліетиленова, шкурка водостійка); набір № 8 (очисник стекол і кузова, паста миюча для рук, «Поліроль-2» для нових покриттів, «Очисник-1» для стекол, серветка-антизапінтнівач)  |

Поліруючі суміші наносять на невеликі площі (50 × 50 см) на добре промиту і суху поверхню кузова, встановленого в захищеному від сонця і пилу місці. Внаслідок того, що поліруюча суміш швидко засихає, полірувати лакофарбові покриття треба м'якими тканинами вручну або за допомогою спеціальних приладів по ділянках коловими рухами до рівного блиску. Поліруючі суміші можна наносити марлею, тампонами, м'якими тканинами.

Асортимент хімічних препаратів для косметики автомобілів, що випускаються в нашій країні і за кордоном, дуже великий і різноманітний. Усі вони продаються в магазинах побутової хімії. Особливості їх застосування наводяться у відповідних анотаціях, з якими треба обов'язково ознайомитися перед використанням.

Перелік основних хімічних препаратів для косметики легкових автомобілів наведений у табл. 5.3.

### **5.3. Технічне обслуговування декоративних деталей**

*Декоративними називають такі деталі, які мають гальванічне покриття їхньої поверхні шаром металу, більш стійкого проти атмосферного впливу.* Для цього широко застосовується хром. Однак хромове покриття має істотний недолік. Через пористість його не можна наносити безпосередньо на сталь, оскільки при потраплянні вологи створюється гальванічна пара і настає посилене руйнування металу, який захищають. Тому перед хромуванням для зменшення пористості наносять підшар міді й нікелю. Захисна властивість гальванічного покриття залежить від загальної товщини покриття, а також рівномірності і пористості окремих шарів.

Гальванічні покриття (мідь, нікель, хром) при діянні на них атмосферного повітря, особливо забрудненого сірчистим газом, покриваються плівкою продуктів корозії нікелю й міді. Це свідчить про те, що наявність у верхньому шарі хрому пор призводить до анодного розчинення нікелю. Процес розчинення нікелю триває до оголення шару міді, яка також починає розчинятись у контакт з нікелем і хромом. Продукти корозії, що нагромадились під гальванічним покриттям, призводять до його здуття і розриву. На хромованій поверхні з'являється іржа. У зимову пору ця агресивність підвищується. Декоративні деталі забруднюються дорожнім брудом із домішкою кухонної солі.

Технічне обслуговування декоративних деталей полягає в очищенні їх від забруднень і продуктів корозії, а також у захисті від атмосферного впливу. Очистку декоративних деталей починають із віддалення прилиплиго пилу і бруду під час миття кузова автомобіля. «Сухим» способом за допомогою тканини або щітки очищати хромовані поверхні заборонено, оскільки блискучий шар зазнає прискороного

абразивного спрацьовування. Він швидко тьмяніє, втрачає блиск, погіршуються його захисні властивості. Хромовані поверхні після миття осушують замшею або серветкою, яка добре вбирає воду. Для дальшої очистки хромованих поверхонь від слідів корозії, видалення потьмянілого шару, надання блиску застосовують спеціальні хімічні засоби. До складу цих засобів входить дрібний абразивний порошок-подібний матеріал, воски, силікони, розчинники, інгібітори корозії та інші компоненти. Абразивні мікропорошки очищають із поверхні хромованих деталей продукти корозії, а також інші міцнозв'язані забруднення. Воски заповнюють пори, згладжують нерівності, підвищують блиск поверхні, захищають розполірованою восковою плівкою хромовану поверхню від корозії. Силікони полегшують очистку і розполірування воскової плівки, збільшують її адгезію до металу.

У нашій країні і за кордоном на основі цих компонентів випускають багато різних препаратів для догляду за декоративними деталями. Застосування цих препаратів залежить від стану поверхні декоративних деталей.

*Нові або ті, що добре збереглися, хромовані частини* автомобіля консервують і регулярно полірують препаратом автобальзам. Він утворює на обробленій поверхні захисний водовідштовхуючий шар, який надає хрому блиску.

*Потьмянілі забруднені або замавлені хромовані частини* автомобіля очищають, полірують і консервують препаратом неоксид. Так обробляють і інші декоративні деталі з легких і кольорових металів.

*Поверхню хромованих частин автомобіля, дуже пошкоджену корозією*, обробляють препаратами АРВА і «Клинерполіш». Для цього на вимиту суху поверхню хрому наносять тканиною препарат АРВА, ще вологу поверхню споліскують водою і висушують чистою тканиною. Потім на цій поверхні розтирають, злегка притискуючи, препарат до видалення забруднень так, щоб оброблена поверхня стала гладенькою. Після висихання нанесеного шару полірують поверхню сухою тканиною з фланелі. Для надання поверхні більшого блиску і підвищеної водостійкості розтирають по обробленій поверхні неоксид. Після засихання нанесеного шару поверхню полірують сухою тканиною з фланелі.

Коли названих препаратів немає, хромовані деталі можна підтримувати в добром стані, періодично очищаючи їх м'якою тканиною, намоченою в бензині або гасі, з наступним протиранням вологою м'якою тканиною, потім — сухою. Корозію можна видаляти крейдою або зубним порошком, нанесеним на м'яку тканину. Чисту поверхню покривають прозорим лаком.

#### 5.4. Технічне обслуговування скляних деталей автомобіля

У створенні безпеки руху з кожним роком зростає роль доброї видимості з салона автомобіля. Збільшується на дорогах кількість автотранспортних засобів, зростають швидкості їхнього руху. Водій у цьому потоці руху повинен помічати всі виникаючі ситуації. Конструкції сучасних автомобілів передбачають з цією метою збільшення площі вікон. Поряд із цим дуже важливе значення мають і оптичні властивості скла: відсутність спотворення зображення, нерізкості й позірного переміщення розглядуваного предмета і світлопропускання, тобто ступінь прозорості скла. На прозорість скла впливають забруднення, запітніння і обледеніння. Іноді такий вплив буває настільки значним, що призводить до повної відсутності видимості.

Автомобільні стекла забруднюються з обох боків. Внутрішні забруднення проблем не становлять. Їх один-два рази на тиждень треба протирати чистою тканинною серветкою і один раз на місяць спеціальними хімічними сумішами. Із зовнішнього боку стекол і особливо на передньому вітровому склі осідає все, що є у навколишньому середовищі: пил, дим, кіптява, вуличний бруд, масла, жири, смоли та інші речовини. При обробці кузовів поліролями або під час миття автомобілів на стекла потрапляють силіконові сполуки і воскові продукти. Частина речовин, що осіли (пил, бруд та ін.), легко змиваються водою. Інші ж хімічні забруднення мають велику адгезію до скла, міцно тримаються на поверхні і відмити їх водою неможливо. Крім впливу на прозорість стекол, хімічні забруднення частково їх руйнують, в результаті чого на поверхні скла утворюються тонка райдужна плівка і білястий наліт. Такі забруднення звичайними засобами видалити неможливо.

Великих неприємностей автомобілістам завдають у літню пору, особливо ввечері, комахи. Їхніми рештками дуже забруднюються фари, облицювання радіатора, вітрове скло й інші деталі. Свіжі плями легко видаляються звичайними засобами, а засохлі важко відмиваються навіть при застосуванні спеціальних шампунів. Таким чином, миття стекол тільки водою не дає змоги повністю видалити з них забруднення. Слід також зазначити, що деякі забруднення (масляні, жирові, силіконові та ін.) удень не дуже помітні, а вночі тонка плівка цих забруднень розсіює проміння фар зустрічного транспорту, які осліплюють водія, створюючи загрозу аварії. Старанно видалити усі ці забруднення можна тільки за допомогою спеціальних сумішей.

До хімічних сумішей, призначених для очистки стекол, ставляться такі в и м о г и: вони повинні легко і швидко знімати всі забруднення, відновлювати блиск стекол і не погіршувати його оптичних властивостей, не руйнувати лакофарбові поверхні кузова й ущільнювальну гуму.

Групу хімічних засобів, призначених для догляду за стеклами автомобіля, називають *очисниками стекол*. Їх досить багато. У своєму складі вони мають розчинники, поліактивні речовини (ПАР) та інші активні добавки. Як розчинники застосовують низькомолекулярні спирти — етиловий, ізопропіловий та ін. Ці розчинники добре розчиняють різні забруднення і при низьких температурах не дають замерзати водним розчинам, швидко випаровуються з поверхні стекол, не залишаючи слідів. ПАР емульгують масло-жирові забруднення і тим самим полегшують і прискорюють процес їхнього видалення.

Відповідно до призначення всі очистники стекол поділяють на три групи: для ручної очистки, для заправлення бачків-обмивачів вітрового скла, для видалення слідів комах. Зупинимось на характеристичі деяких із них.

*Автоочисники стекол* призначені для очистки скла (зовні і зсередини), фар і дзеркал. Засіб наносять тампоном на очищувану поверхню і розтирають. Потім, не чекаючи висихання препарату, чистою і сухою тканинною серветкою або папером скло очищають до блиску. Не можна застосовувати для протирання й очистки стекол тканину або замшу, яку раніше використовували для полірування або миття лакофарбової поверхні кузова, обробленої поліролями. На ній завжди будуть сліди восків і силіконів, які знову забруднюють скло.

Скловідмиваюча рідина НИИСС-4 призначена для заправлення бачків-обмивачів вітрового скла. Ця рідина сприяє очистці стекол склоочисниками автомобіля, особливо на стеклах, що мають жирові забруднення. Рідину в чистому вигляді не застосовують, оскільки вона негативно впливає на фарбу автомобіля. Тому перед користуванням її розводять водою залежно від температури навколишнього повітря. Наприклад, рідина, що складається з однієї частини НИИСС-4 і двох частин води (за об'ємом), замерзає при температурі від  $-10$  до  $-20$  °С, а та, що складається з однієї частини НИИСС-4 й однієї частини води, — від  $-20$  до  $-30$  °С. Рідина НИИСС-4 вогнєбезпечна й отруйна. Тому треба додержувати заходів обережності.

Вітрові скла автомобіля чистять препаратом венедин. Він видаляє *жирові забруднення* зі стекол, усуває небажаний райдужний рефлекс, що виникає на сонці або під час дощу й осліплює водія. Венедин розтирають на склі за допомогою тканини, натискуючи на неї залежно від ступеня забруднення. Після цього відразу ж споліскують скло струменем води й сушать чистою віскозною губкою.

Усі скляні частини автомобіля (вікна, скла фар, покажчики повороту) чистять роналом, який розтирають на склі за допомогою тканини по можливості рівномірними горизонтальними рухами до появи блиску. Після висихання полірують скло чистим папером або тканиною.

*Сліди комах* видаляють автоочисником стекол і кузова в аерозольній упаковці. Засіб розпиляють на суху забруднену поверхню. Через

1...2 хв поверхню чистять тампоном (поролонова губка), намоченим у воді. Потім поверхню обмивають водою до видалення слідів миючої суміші (піни) і протирають сухою тканиною або замшею.

*Запітніння стекол* — процес конденсації водяної пари, що створює великі неприємності. Запітніння починається на границі стикання поверхні скла з повітрям, коли відносна вологість досягає 100 %. Коли це буває? При різкій зміні температури, наприклад, при раптовому настанні дощу під час руху в літню пору, коли в автомобіль сідають кілька чоловік при низькій температурі повітря. Вода конденсується дрібними краплинками, а не суцільною плівкою. Причина — поверхня скла має гідрофобні (водовідштовхуючі) властивості. Краплини води, заломляючи промені світла, роблять скло непрозорим.

Щоб уникнути запітніння стекол, досить трохи відкрити бокові вікна автомобіля, щоб температура в салоні і ззовні стала однаковою. Інший спосіб — зниження відносної вологості повітря всередині салону автомобіля, підвищуючи його температуру увімкненням системи обігрівання. Однак при низькій температурі повітря досягти добрих результатів звичайно важко.

*Обледеніння стекол* ізсередини настає з тих же причин, що й запітніння. Різниця лише в тому, що вода перетворюється в іній, який важко видалити механічним способом. При негативній температурі під час тривалої стоянки автомобіля на відкритому повітрі стекла можуть обледенятись і з зовнішнього боку.

Попередження запітніння стекол ґрунтується на зміні фізико-хімічних властивостей їхньої поверхні. Для цього на поверхню скла наносять плівку гідрофільної речовини і закріплюють її там. Плівка не відштовхує, а притягає конденсовану вологу, яка покриває скло не дрібними краплинками, а суцільною прозорою плівкою. Такими гідрофільзуючими агентами є аніоноактивні і неіоногенні ПАР. На їхній основі у композиції з іншими активними добавками і створено антизапітнівачі для скла. Розглянемо деякі з них.

Автосерветка-антизапітнівач просочена ПАР та іншими речовинами. Серветкою протирають скло. При цьому на поверхню наноситься тонка плівка препарату, яка захищає скло від запітніння. Після забруднення серветку можна застосовувати не за прямим призначенням. Вона має пілопритягальні властивості, може знімати статичну електрику з поверхні пластмасових виробів. Тому серветку можна використовувати при чищенні інтер'єра автомобіля. Зберігати серветку треба в пластмасовому пакету, щоб вона не втрачала своїх властивостей. Активні властивості плівки, нанесеної серветкою, зберігаються приблизно добу. Проте швидкість і легкість обробки роблять серветку дуже зручною для користування. Термін дії антизапітнівачів можна продовжити, додаючи до їхнього складу плівкоутворюючі речовини, які закріплюють на поверхні скла ПАР, не даючи їм швидко змиватись



водою. Такі препарати зберігають свої властивості до семи днів. Їх випускають в аерозольній упаковці, яка дає змогу швидко і якісно наносити їх тонким шаром на поверхню скла. Через кілька хвилин плівка висихає і надійно захищає скло від запітніння. Плівка легко знімається вологою тканиною. У роздрібну торгівлю такі засоби надходять під назвою «Антизапітнівач».

Антизапітнівач і автоочисники якоюсь мірою можуть запобігати й обледенінню стекол. Проте повністю запобігти утворенню інію вони не можуть. Для цього наша промисловість випускає спеціальні засоби під назвою «Антиобледнювач». У своєму складі вони мають речовини, які добре розчиняють лід й утворюють із водою низькозамерзаючі рідкі суміші ПАР для надання гідрофільних властивостей поверхні скла і плівкоутворюючі речовини для закріплення ПАР.

Велику увагу при ТО стекол слід приділяти їхній герметичності.

*Герметичність стекол* забезпечується ущільнювальною гумою. Іноді цього не досить і доводиться вдаватись на автозаводах до закладання спеціального герметизуючого матеріалу — невисихаючої мастики. Проте бувають випадки, коли під час дощу або миття автомобіля стики стекол пропускають воду. Вона збирається під гумовими килимками, намочує і розкладає шумопоглинаючі матеріали, утворюючи осередки корозії внутрішньої поверхні днища автомобіля. Причинами цього можуть бути неякісна герметизація стекол, розгерметизація внаслідок старіння гуми або герметика, деформація віконних прорізів кузова.

Для герметизації ущільнювальних вітрових стекол автомобіля з метою захисту салону або кабіни водія від проникнення води застосовується герметик для стекол. Це липка, дуже пластична маса, що не висихає при експлуатації і зберіганні, стійка проти дії води, тепла, холоду, вібрацій. Герметик виготовлений на основі високомолекулярного синтетичного каучуку, модифікованого спеціальними добавками.

При ліквідації нещільностей за допомогою герметика для стекол слід пам'ятати, що просочування води на верхній кромці скла може бути тільки з боку кузова, на нижній кромці — з боку стекла, по боках — з обох боків. Тому наносити герметик треба так, як показано на рис. 5.5.

Розгерметизація стекол автомобіля може статись і в результаті старіння гуми. Ультрафіолетове проміння, кисень, особливо у формі

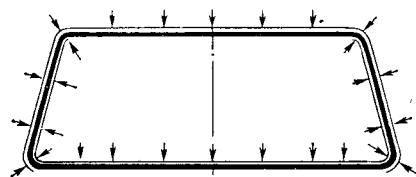


Рис. 5.5. Схема герметизації переднього скла автомобіля

озону, прискорюють процес старіння гуми. Цей процес можна зменшити, наносячи спеціальні фарби для гумових деталей — пастоподібні суміші. Їх наносять тампоном на добре очищену поверхню гуми і після просушування натирають до блиску шерстяною тканиною.

Крім захиєних властивостей пастоподібні суміші відновлюють чорний колір гуми й надають їй блиску.

### **5.5. Запобігання утворенню корозії кузова і крил автомобіля**

Для кузовів і крил характерні в основному електрохімічні види корозії: *атмосферна, щільнна, контактна, ножова, ниткоподібна, фретинг-корозія* та ін. Розрізняють місцеву й суцільну корозії. Вони можуть мати вигляд плям, цяток, наскрізних або глибоких виразок. У цятках-стовпчиках продукти корозії розвивають тиск 20...50 МПа і руйнують метал. Суцільна корозія може іноді бути пасивним захистом металу, тобто припиняти процес його руйнування. Це треба брати до уваги в умовах експлуатації автомобільної техніки.

Захист автомобільних кузовів і крил від корозії дуже складна й різнобічна проблема. Вона стосується металургів, конструкторів, технологів і автоексплуатаційників. Тут розглянуті тільки ті заходи запобігання корозії кузовів і крил, які можуть бути застосовані в умовах експлуатації автомобілів.

Головною причиною, яка прискорює корозію, є застосування на дорогах солей у зимову пору для очистки льоду. Солі на дорогах інтенсифікують корозійні процеси тільки тоді, коли кузов за своєю конструкцією і технологією виготовлення має слабку корозійну стійкість.

У холодну пору року перепад температур між внутрішнім простором кузова і зовнішніми стінками значний. У міжобшивному просторі утворюється конденсат вологи. У цей простір через погану герметизацію кузова потрапляє пил, забруднений оксидами вуглецю, нітридами та іншими речовинами. Утворюється мікрогальванічна ванна тривалої дії, яка породжує осередки місцевої корозії.

Практика експлуатації автомобілів показала, що корозії запобігти значно легше, ніж боротися з нею після початку корозійного процесу. Тому в умовах АТП треба створити чітку систему захисту кузовів від корозії в процесі виконання профілактичного обслуговування. Особливо це стосується технології миття автомобіля. Після миття кузов треба старанно просушити, інакше він зазнає інтенсивної корозії. Якщо мокрий автомобіль поставити в теплий гараж без попереднього сушіння, процес корозії прискорюється в 3...4 рази. Прогресування корозії у цих випадках можна пояснити так. На границі краплини води й поверхні кузова створюється електричне поле з напругою 6...12 В. Електрони пробивають лакофарбовий шар покриття, і в цих місцях починають виникати осередки корозії.

Такому небезпечному явищу можна запобігти, якщо під час ТО-1 і ТО-2 старанно перевіряти стан лакофарбових і антикорозійних

покриттів. Виявивши відшарування, появу щітки або інших пошкоджень покриття, треба ці місця старанно очистити добіла металевою щіткою або голкофрезою (якщо важко повністю видалити продукти корозії з пофарбованих поверхонь у важкодоступних місцях, то застосовують ґрунт — перетворювач корозії ВА-0112), знежирити уайт-спіритом, протерти серветкою, потім покрити фарбою або антикорозійною мастикою. Покриття наносять акуратно, стежачи за чистотою поверхні, оскільки потрапляння найменших твердих частинок під фарбу, ґрунт або антикорозійне покриття веде до розвитку ниткоподібної корозії, яка поширюється у вигляді розгалуженого дерева. Щілинна корозія розвивається в результаті скупчення пилу і вологи у днищі кузова, кромках крил, місцях стику складальних одиниць кузова (засори і щілини), нижніх порожнинах дверей, надколісних арках, нижніх частинах боковин, закритих поріжках, місцях установлення хромованих деталей та в інших місцях. На замкнуті елементи кузова (поріжки, нижні частини дверей і боковин та ін.) треба звертати особливу увагу. Їх дуже важко вберегти від корозії. Проте якщо зробити технологічні отвори і ввести через них усередину пневморозпилювачем антикорозійне покриття, то корозії можна запобігти. Антикорозійні покриття в такі елементи вводять шприц-пістолетом (АР-1141), що має діаметр сопла 7 мм і розвиває тиск до 2 МПа. Якщо немає шприц-пістолета, то можна використовувати і звичайні фарборозпилювачі, розточивши їхній вихідний отвір до 7...8 мм і обладнавши кутовими насадками для повнішого обпилення внутрішніх поверхонь елементів кузова. Закінчивши обпилення, технологічні отвори закривають гумовими або поліетиленовими пробками.

Для обробки внутрішніх поверхонь кузова найкраще застосовувати воскові суміші ПС-6, ПЭВ-74, суміш «Тектил» (Англія), типу «Карол» (Угорщина) та ін., можна також використовувати бітумні мастики марки МСА і № 580, розведені уайт-спіритом. У мастику № 580 доцільно при цьому додати 10 % гумового клею.

Нелицьовані поверхні кузова (днище, нижня поверхня крил та ін.), повернуті до дороги, покривають бітумними мастиками МСА, ВПМ-1 і № 580 з присадкою гумового клею. Щілини, зазори і зварні шви зарівнюють мастикою Д-4А, яку застосовують для цього на заводі ВАЗ.

Для антикорозійної обробки кузовів використовують захисні нафтопродукти «Мовіль» і НГМ-МЛ. Обидва продукти, нанесені з розпилювача на поверхню, утворюють інгібіровані тонкоплівкові покриття. Вони мають добру проникаючу і просочувальну властивість, розтічність, швидкодію і водовитісняючі властивості, внаслідок чого на поверхнях прихованих порожнин кузова автомобіля утворюються суцільні захисні плівки. Тонка воскоподібна плівка, що утворилась на поверхні металу, забезпечує тривалий надійний захист металу від дії вологи та інших корозійно-агресивних факторів.

Рис. 5.6. Технологічна схема розташування постів централізованої станції протикорозійної обробки автобусів на автотранспортному підприємстві (а) і поза ним (б)

Обробляти кузови можна безповітряним і повітряним розпиленням. Дрібні пошкодження кузова можна також усунути комплексом ремонтних матеріалів, створеним на базі алкіл-резорцинової епоксидної смоли. Комплект складається з таких матеріалів: клею ЕПО, мастики АРЭМ і лакофарбового покриття АРЭП. До цих матеріалів додається ствердник на базі поліетилен-поліаміну.

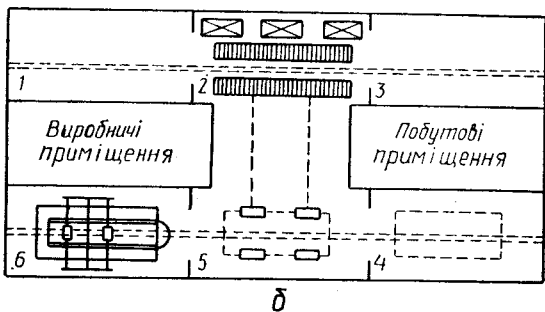
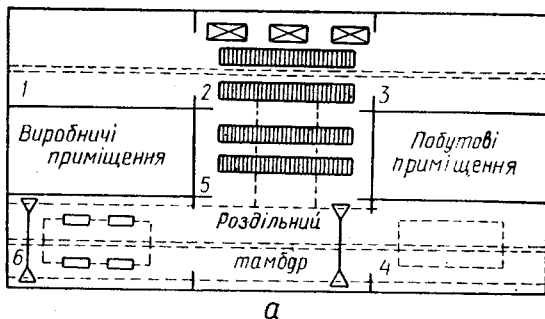
Хромовані деталі на кузові треба ставити через тонку поліізобутиленову або поліетиленово-тетрафталатну плівку. Суворо заборонено ставити на кузов різні болти, гвинти (особливо самонарізні гвинти без цинкових або кадмієвих покриттів) у процесі виконання профілактичних і ремонтних робіт.

Двічі на рік (весною і восени) треба старанно оглядати кузов, виділяти пошкоджені ділянки, зачищати, покривати антикорозійними речовинами. По можливості треба під час миття використовувати нежорсткі капронові щітки, знімати статичну електрику, правильно застосовувати режими миття при високому тиску води та ін.

Підприємства автотранспорту мають великий досвід протикорозійної обробки автотранспортних засобів. На прикладі одного з автотранспортних підприємств розглянемо основні положення цього застосу.

Із практики роботи автотранспортних підприємств відомо, що технологічні процеси протикорозійної обробки і пофарбування автобусів мають багато спільного: підготовчі операції, сушіння, вимоги до протипожежної безпеки та ін. Тому доцільно ці технологічні процеси об'єднати на одній централізованій станції. Можливі дві технологічні схеми розташування постів на таких станціях.

За першою схемою (рис. 5.6, а) роботи виконують на одному з автопідприємств, яке має мийку. Дільниця обладнана такими постами:



слюсарно-підготовчих робіт 3, кузовних робіт 2, нанесення протикорозійних речовин 1, пофарбування автобусів 4 і двома постами сушіння 5 і 6.

За другою технологічною схемою (рис. 5.6, б) передбачено виконання протикорозійної обробки автобусів на централізованій станції, розташованій окремо від автотранспортних підприємств. Тому при однаковій кількості постів (із першим варіантом) на станції є пост миття і сушіння автобусів 3. Нанесення протикорозійних речовин і пофарбування автобусів виконують на одному посту 5. Сушіння автобусів передбачене на двох постах 4 і 6. На станції є ще й такі пости: слюсарно-підготовчих робіт 1 і кузовних робіт 2. Річна пропускна здатність станції (до 1500 автобусів) дає змогу шляхом кооперації виконувати протикорозійний захист автобусів кількох автотранспортних підприємств.

### **5.6. Консервація і пофарбування кузова автомобіля**

**Консервація автомобіля.** У зимову пору легкові автомобілі часто не експлуатуються, їх ставлять на консервацію в неопалюваних приміщеннях і на відкритих майданчиках. При цьому вони тривалий час зберігаються в умовах підвищеної вологості, зазнають температурних змін, дії агресивних газів. Особливо небезпечні для лакофарбового покриття зміни температур від плюсової до мінусової. Волога, що проникає в пори і мікротріщини покриття, після замерзання руйнує його до металу. Щоб захистити лакофарбове покриття в таких умовах, його треба покрити консервуючими поліролями або автоконсервантом.

*Автоконсервант* — це рідка водно-воскова емульсія. Її наносять на суху поверхню розпилювачем. Через 1,0...1,5 год при температурі не нижче  $+5^{\circ}\text{C}$  на лакофарбовому покритті утворюється матова воскова плівка, яка не змінює кольору покриття кузова. Автоконсервант має високі захисні властивості, вогнебезпечний, при розконсервації не потребує застосування розчинника, який зменшує твердість лакофарбового покриття. Розконсервацію роблять гарячою водою ( $60...70^{\circ}\text{C}$ ) із додаванням автошампуню або автоконсерванту.

Автоконсервант можна застосовувати і для захисту металевих частин автомобіля (шасі, мостів, днища автомобіля) при експлуатації взимку. Плівка автоконсерванту є добрим захисним засобом.

**Пофарбування кузова автомобіля.** При потребі (звичайно при СО) автомобілі фарбують. Ці роботи виконують на малярних дільницях автотранспортних підприємств. Типова малярна дільниця складається з трьох постів: підготовчого, фарбувального і сушильного.

На *підготовчому посту* знімають стару фарбу, видаляють нальоти іржі, окалини, жирові та інші забруднення, а також ізолюють місця, які не потребують фарбування. Поверхні, що підлягають фарбуван-

ню, шліфують і шпаклюють. Стару фарбу, іржу й окалину знімають пневматичними реверсивними щітками та іншими інструментами. Видалення старої фарби механічним способом — операція трудомістка. Тому останнім часом дуже поширені хімічні способи видалення старої фарби, особливо за допомогою спеціальних рідин, які є сумішшю активних розчинників і різних добавок. Рідини для змивання старої фарби діють ефективно: добре тримаються на похилих поверхнях, мають малий ступінь випаровування, негорючі. Рідину перед застосуванням старанно перемішують, потім наносять на ділянки поверхні площею не більш як  $0,5 \text{ м}^2$ . Розпушене старе покриття видаляють шпателем. Якщо покриття видалилось не повністю, операцію повторюють. Очищену поверхню старанно протирають тканиною, намоченою бензином. Витрата препарату —  $0,4 \dots 0,5 \text{ кг/м}^2$ .

Підготовлений до фарбування автомобіль установлюють в спеціальну камеру, де роблять місцеве і суцільне ґрунтування, наносять верхні шари фарби фарборозпилювачами. Пофарбований автомобіль надходить на пост сушіння, де його ставлять між панелями терморадіаційної установки.

Пости фарбування і сушіння (рис. 5.7) обладнують припливно-втяжною вентиляцією повітря з підігріванням до  $90 \text{ }^\circ\text{C}$  у холодну пору пароводяними калориферами. Припливне повітря очищається від пилу за допомогою пилозбірників і розтрубами розподіляється по всій верхній частині фарбувальної камери. Під камерою обладнують каналу з водою. Забруднене повітря засмоктується втяжними вентиляторами через решітку під автомобілем у каналу, де воно поперед-

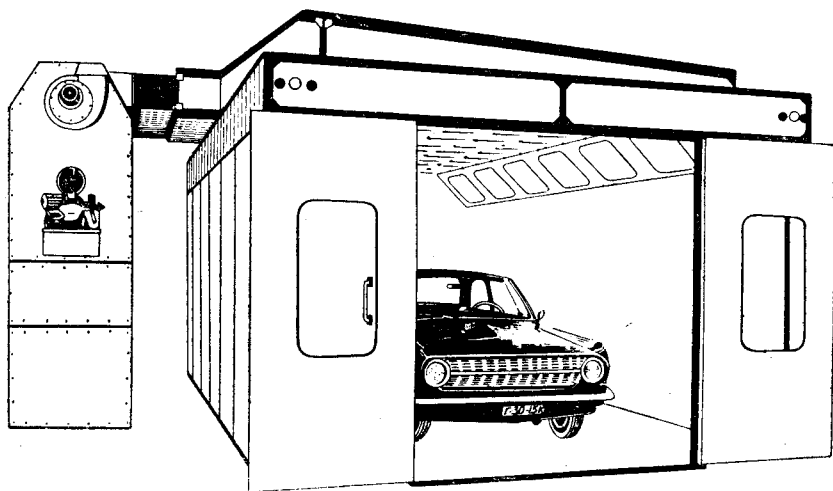


Рис. 5.7. Пост фарбування і сушіння автомобілів

ньо очищається. Потім повітря надходить у гідрофільтри й остаточно очищене випускається в атмосферу.

На посту фарбування вентиляція має бути відрегульована так, щоб біля поверхні автомобіля, яку фарбують, швидкість повітряного потоку була близько 0,6 м/с і виникло розрідження у прохідній камері. Це створює найкращі умови для осідання шкідливої пари і мінімального винесення повітрям фарби. Крім того, забруднене повітря не потрапляє з прохідної камери в інші приміщення. Як показав досвід експлуатації малярних дільниць подібного типу, малярні роботи економічно вигідно централізувати для кількох АТП, розташованих у зоні дії малярної дільниці.

### **Контрольні запитання**

1. Які операції охоплює ТО автомобілів?
2. Як впливає навколишнє середовище на лакову плівку пофарбування кузова автомобіля?
3. Які операції ТО виконують під час прибирання автомобілів?
4. Які операції ТО охоплює миття автомобілів і як їх виконують?
5. Яке устаткування застосовується для миття автомобілів?
6. Як видаляють вологу з автомобіля після миття?
7. Які бувають забруднення поверхні двигунів і як їх видалити?
8. Коли і як виконується мала і велика косметика кузовів легкових автомобілів?
9. Які бувають забруднення лакофарбових покриттів кузовів легкових автомобілів?
10. Які зміни хімічних і фізичних властивостей лакофарбових покриттів настають при експлуатації автомобілів?
11. Для чого і як полірують кузови легкових автомобілів?
12. Як обслуговують декоративні деталі автомобіля?
13. Як впливають автомобільні стекла на безпеку руху?
14. Як видалити забруднення автомобільних стекол?
15. Як запобігти запітнінню й обледенінню автомобільних стекол?
16. Чим і як можна забезпечити герметизацію вітрових стекол автомобіля?
17. Які трапляються види корозії кузовів легкових автомобілів і автобусів, причини її утворення і як її запобігти?
18. Як фарбують автомобіль?

## **Глава 6**

### **ЗАГАЛЬНЕ ДІАГНОСТУВАННЯ ДВИГУНА. КОНТРОЛЬНО-ДІАГНОСТИЧНІ, РЕГУЛЮВАЛЬНІ, КРІПІЛЬНІ ТА ІНШІ РОБОТИ У КРИВОШИПНО-ШАТУННОМУ І ГАЗОРОЗПОДІЛЬНОМУ МЕХАНІЗМАХ ДВИГУНА**

#### **6.1. Загальний стан двигуна**

Найбільш складним і важливим агрегатом, від стану якого залежать багато технічних і економічних показників роботи автомобіля, є двигун. При експлуатації двигунів виникають різні несправності і

відкази, в основному в кривошипно-шатунному і газорозподільному механізмах, у системах запалювання, живлення, охолодження і мащення. У цих механізмах і системах дуже поширені такі несправності, як спадання потужності, підвищена витрата палива і масла, поява стукоту і вібрацій. Тому основну увагу при обслуговуванні двигунів слід приділяти цим механізмам і системам.

При ТО двигунів треба враховувати й те, що в складі відпрацьованих газів двигунів є токсичні речовини, небезпечні для здоров'я людей.

Двигун повинен бути чистим, без слідів підтікання масла, палива й охолодної рідини. Теча масла, рідини, а також тріщини блоків циліндрів і головки блока циліндрів добре виявляються на чистій і злегка запорошеній поверхні двигуна. Після зовнішнього огляду перевіряють системи охолодження, мащення і запалювання. Запускають двигун і прослухують його роботу на різних обертах. Двигун повинен легко запускатись стартером або рукояткою.

Загальний технічний стан двигуна можна оцінити на підставі облікових даних (пробігу автомобіля і ресурсу роботи двигуна, ремонту, заявок водіїв тощо), огляду і пуску двигуна, за загальними діагностичними параметрами (потужністю, що розвивається, витратою палива, загальним рівнем шумів і стукоту) на стенді з біговими барабанами або при холостих випробуваннях.

Потужнісні якості двигуна визначаються зовнішньою (швидкісною) характеристикою, яка показує зміну потужності залежно від частоти обертання вала двигуна при повному або частковому відкритті дроселя.

Технічний стан двигуна можна діагностувати за максимальною потужністю, що розвивається двигуном при певній частоті обертання колінчастого вала. Тут треба брати до уваги те, що максимальна потужність двигуна завжди менша (приблизно на 3...5 %) від потужності, зазначеної заводом-вироблювачем. У процесі нормальної експлуатації фактична потужність двигуна може знижуватись (на 10...15 %, іноді й більше) залежно від технічного стану двигуна. Частина потужності втрачається в агрегатах трансмісії. Ці втрати потужності прийнято оцінювати механічним ККД трансмісії  $\eta_{тр}$ , який не є сталою величиною.

На його зміну впливають частота обертання коліс (з її збільшенням  $\eta_{тр}$  знижується на 1...2 %), передаточне число (з його збільшенням  $\eta_{тр}$  зменшується на 3...5 %), температура трансмісійного масла та ін. Щоб практично спростити розрахунки розв'язання поставленої завдання,  $\eta_{тр}$  можна вважати сталою величиною і вважати, що вона дорівнює 0,85...0,9 для вантажних автомобілів і автобусів, 0,9...0,95 — для легкових. Наприклад, втрата потужності в трансмісії автомобіля ГАЗ-53А досягає 7...12 кВт, а в трансмісії ЗІЛ-130 — 11...15 кВт.



Таким чином, при діагностуванні двигунів треба вважати, що потужність, підведена до коліс автомобіля, приблизно дорівнює 0,65... 0,70 максимальної потужності, зазначеної заводами-виготовлювачами.

Для визначення потужності використовують стенди тягових якостей або безстендові методи. Потужність двигуна  $N_d$  за допомогою стендів тягових якостей визначають із виразу

$$N_d = N_k / \eta_{тр} \eta_{ст},$$

де  $N_k$  — колісна потужність автомобіля;  $\eta_{ст}$  — ККД стенда.

Для тих автотранспортних підприємств, які не мають спеціальних стендів із потрібними навантажувальними пристроями, а також в умовах дрібних підприємств можна рекомендувати безстендові методи діагностування.

Найпростіший *метод безстендового діагностування* — навантажування тільки за рахунок опору частини виключених з роботи циліндрів випробовуваного двигуна або ж сили інерції його мас при розганянні. Виключення циліндрів здійснюють у карбюраторних двигунів вимиканням запалювання відповідного циліндра, а в дизелів — припиненням подачі палива в черговий циліндр. У такому режимі двигун працює досить стійко з повною подачею палива при обертах, які трохи нижчі від номінального значення. Чим нижча потужність відключеного циліндра, тим менше при його відключенні знижується частота обертання колінчастого вала. За максимальною частотою обертання колінчастого вала визначають потужність кожного циліндра. Далі порівнюють добуті значення з нормативом. Такий аналіз дає змогу виявити ті циліндри двигуна, які не розвивають установлені потужності. Добуті результати підсумовують по всіх циліндрах для визначення потужнісних показників двигуна в цілому. Діагностування виконується на двигуні, прогрітому до нормальної температури.

Останніми роками широко застосовуються парціальний і диференціальний методи, які є дальшим розвитком методу відключення циліндрів. Ці методи використовують для діагностування двигунів, у яких більше чотирьох циліндрів.

При *парціальному методі* двигун випробовують частинами, але з повною цикловою подачею палива у працюючі циліндри, причому навантажуються робочі циліндри за рахунок прокручування виключених циліндрів і частково гальмовими пристроями (підйомним механізмом автомобіля-самоскида, дроселем на випуску та ін.). У парціальних режимах потужність двигуна визначають по групах циліндрів. Це дає змогу мати більше інформації, ніж при перевірці гальмівним методом.

*Диференціальний метод* відрізняється від парціального тим, що замість часткового довантажування застосовується підкручування двигуна до номінального швидкісного режиму від стороннього джерела енергії з динамометричним пристроєм.

До недоліків розглянутих методів можна віднести те, що вони не дають змоги зробити потрібні вимірювання у двигунів, які працюють нестійко при виключенні циліндрів, крім одного. Важко також врахувати справжню потужність механічних втрат двигуна.

Становлять інтерес *методи безгальмівного визначення потужності* двигунів, які використовують динамічні режими. Спинимось на одному з них, який розроблений для вимірювання ефективної потужності дизельних двигунів у безгальмівному режимі для прискорення обертання колінчастого вала. При такому методі потужність двигуна визначають методом повного або часткового вибігу при одночасному відключенні всіх циліндрів або всіх циліндрів, крім одного, потужність якого вимірюють.

Навантажування двигуна здійснюється за рахунок сил інерції його рухомих мас, які є для цього двигуна сталою величиною.

При цьому потужність двигуна

$$N = \frac{Jn}{9500} \frac{d\omega}{dt},$$

де  $J$  — зведений момент інерції усіх рухомих частин двигуна до осі колінчастого вала;  $n$  — частота обертання колінчастого вала двигуна;  $\frac{d\omega}{dt}$  — кутове прискорення обертання колінчастого вала двигуна.

Частота обертання колінчастого вала двигуна і кутове прискорення вимірюються спеціальним транзисторним пристроєм. Момент інерції для цього двигуна — величина стала. Потужність визначається миттєво і фіксується на стрілочному приладі у кіловатах.

За витратою палива (зокрема, контрольною) можна мати уявлення про справність автомобіля в цілому й окремих його вузлів та систем. Періодичний контроль паливних показників виконують у дорожніх умовах або на стенді за допомогою спеціальних приладів — *витратомірів*.

Конструкції витратомірів різні і залежать від мети й характеру випробувань. Тепер на автотранспорті застосовують витратоміри, які ґрунтуються на вимірюванні швидкості потоку палива, маси та об'єму споживаного палива.

У стендових стаціонарних умовах застосовують прилади, які належать до перших двох груп. При лабораторно-стендових випробуваннях набули поширення витратоміри об'ємного типу. Вони забезпечують широкий діапазон вимірювань витрати палива від мінімальної (0,3 кг/год при роботі на холостому ході) до максимальної (40 кг/год при повній подачі палива) з точністю вимірювання  $\pm 1\%$  при високій стабільності і надійності. Витрата палива вимірюється автоматизовано. Конструкція приладів характеризується простотою основних елементів.

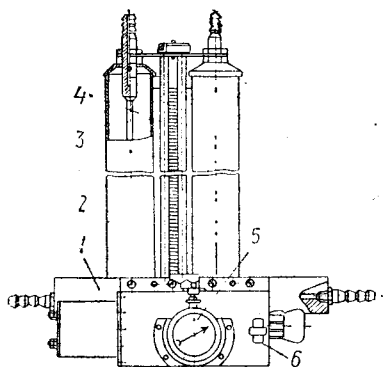


Рис. 6.1. Схема витратоміра палива НІІАТ-ЛО-12

мірних циліндрів 2, важеля керування 6 і приєднувальних штуцерів. Мірні колби виготовлені у вигляді знімних лагунних циліндрів із внутрішнім діаметром 35 і 20 мм. Вони сполучаються між собою паливним каналом, який має дві скляні трубки 4 діаметром 5 мм для спостереження за рівнем палива в мірних циліндрах. Вимірювальну лінійку 3 для зручності роботи можна переміщувати уздовж скляних трубок.

Типовим представником цих приладів є витратомір палива НІІАТ-ЛО-12. Прилад призначений для визначення витрати палива на автомобілях з карбюраторними двигунами при проведенні лабораторно-дорожніх випробувань або на посту діагностування. Його підключають до системи живлення між бензиновим насосом і карбюратором, розміщуючи сам прилад у кабіні водія. При включенні витратоміра у систему живлення напрям руху палива змінюється електромагнітними клапанами.

Витратомір палива НІІАТ-ЛО-12 (рис. 6.1) складається з корпусу 1,

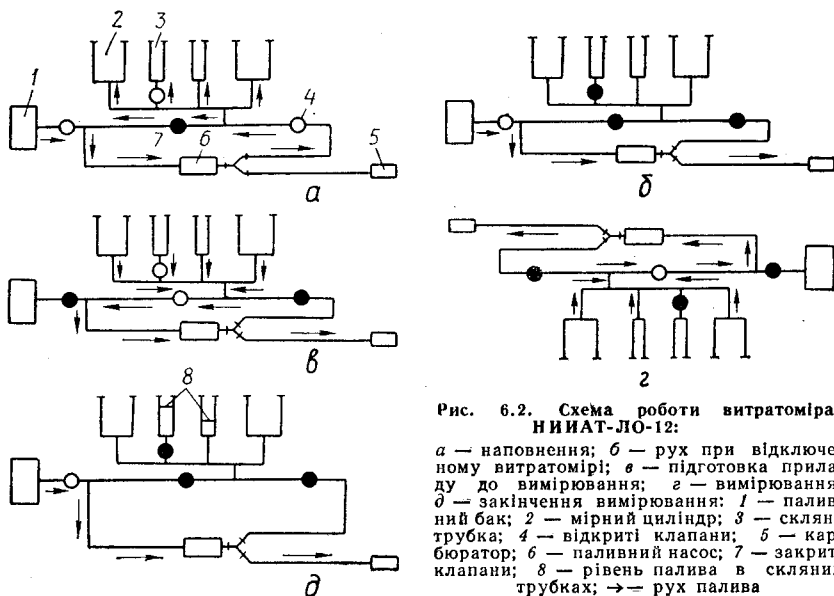


Рис. 6.2. Схема роботи витратоміра НІІАТ-ЛО-12:

*a* — наповнення; *б* — рух при відключеному витратомірі; *в* — підготовка приладу до вимірювання; *г* — вимірювання; *д* — закінчення вимірювання; 1 — паливний бак; 2 — мірний циліндр; 3 — скляна трубка; 4 — відкриті клапани; 5 — карбюратор; 6 — паливний насос; 7 — закриті клапани; 8 — рівень палива в скляних трубках; → — рух палива

Час витрати палива вимірюється автоматично секундоміром 5. При проходженні автомобілем мірної ділянки перемикач забезпечує одночасне включення (виключення) секундомірів і подачу (припинення подачі) палива з мірних циліндрів приладу. Положення перемикача визначає порядок роботи електромагнітних клапанів, а також тривалість замкнутого стану їхніх контактів. Для підведення і відведення палива прилад з'єднують з бензонасосом і карбюратором за допомогою металевих трубопроводів або бензостійких шлангів. Схема роботи приладу показана на рис. 6.2. а — д.

Для контролю витрати палива дизельних двигунів у НИИАТ розроблено спеціальний витратомір, який відрізняється від розглянутого додатковим клапаном, що керує напрямом руху палива в системі паливоподачі.

Тепер дуже поширені витратоміри з електронною системою відліку, які працюють за принципом визначення миттєвої витрати палива. Принцип дії таких витратомірів ґрунтується на перетворенні первинних механічних і флуометричних сигналів в електричні імпульси. Конструкції приладів різні. У дизайні приладів переважають раціональні форми й ефективні ергономічні вирішення. Стрілочні показники практично витіснені цифровою індикацією (дисплеєм). Швидкоплинні процеси реєструються в динаміці за допомогою безінерційних самописців, що підвищує вірогідність оцінки процесів, які відбуваються в реальних паливних системах автомобілів.

Характерним представником приладів багатозначового призначення є витратомір палива «Фловтроник-205». Він дає змогу контролювати витрату бензину в реальних умовах транспортного процесу або при різних типах стендових випробувань. Для дизельних двигунів витратомір має додаткову приставку. Працює прилад на об'ємному способі вимірювання витрати палива.

Схема витратоміра палива «Фловтроник-205» показана на рис. 6.3. Витратомір складається з датчика імпульсів і реєструючого пристрою (лічильника імпульсів). У карбюраторних двигунів датчик включають між насосом, фільтром і карбюратором; у дизельних двигунів — між паливним баком і паливним насосом високого тиску. Витрату палива вимірюють у літрах на 100 км пробігу або за 1 год.

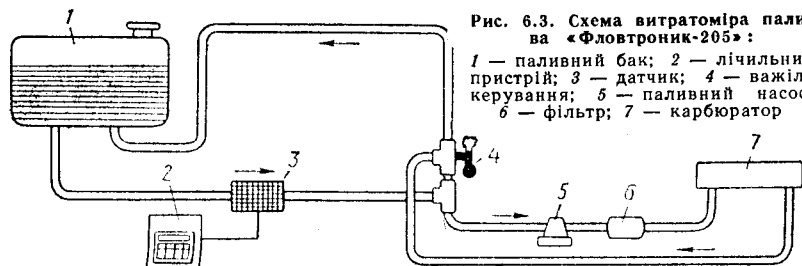


Рис. 6.3. Схема витратоміра палива «Фловтроник-205»:

1 — паливний бак; 2 — лічильний пристрій; 3 — датчик; 4 — важіль керування; 5 — паливний насос; 6 — фільтр; 7 — карбюратор

Є багато інших конструкцій витратомірів, які розроблені в різних країнах і знаходять застосування в нашій країні. Деякі з них можуть вимірювати миттєву і сумарну витрату палива об'ємним способом. Цікавий досвід застосування витратомірів палива нагромаджений автотранспортниками Угорщини. В основу роботи угорських приладів покладено відомий принцип гідрометричної вертушки (турбінки) з аксіальним розміщенням ротора, що широко застосовують для неперервної реєстрації витрати палива. Такі витратоміри встановлюють на автомобілі як обов'язкові комплектуючі деталі.

Є й простіші методи вимірювання вагової або об'ємної витрати палива за допомогою різних бачків для вимірювання витрати палива (НИИАТ-361 та ін.). Рівень палива в мірному бачку заміряють стандартною лінійкою. До системи живлення двигуна бачок підключають за допомогою гнучких шлангів. При цьому паливний насос з'єднують з бачком.

## **6.2. Кривошипно-шатунний і газорозподільний механізми двигуна**

При діагностуванні двигуна в цілому перевіряють такі прямі (структурні) діагностичні параметри: ефективну потужність двигунів; тиск масла у головній масляній магістралі; питому витрату палива; вміст оксиду вуглецю у відпрацьованих газах; димність відпрацьованих газів дизелів.

У циліндро-поршневій групі перевіряють такі зазори: між поршнем і кільцем по висоті канавки; у стиках поршневих кілець; між циліндром (гільзою циліндра) і поршнем у верхньому поясі.

У кривошипно-шатунному механізмі перевіряють такі зазори: між шийками колінчастого вала і корінними підшипниками; між шийками колінчастого вала і шатунними підшипниками; між поршневим пальцем і втулкою верхньої головки шатуна; осьовий у корінних підшипниках колінчастого вала.

Оцінюючи технічний стан механізму газорозподілу, перевіряють: фази газорозподілу; зазор між розподільним валом і підшипниками; спрацьовування напрямних втулок клапанів, зазори між клапаном і сідлом клапана, клапаном і приводом клапана, клапаном і коромислом.

Найбільше поширені *методи діагностування* кривошипно-шатунного і газорозподільного механізму *за шумами й вібраціями, параметрами картерного масла, герметичністю надпоршневого простору циліндрів двигуна* (за компресією, прориванням газу в картер двигуна, угаром масла, розрідженням на впуску, витіканням стиснутого повітря, опором проти прокручування колінчастого вала, ступенем димлення).

**Діагностування за шумами і вібраціями.** Шуми в працюючому двигуні виникають внаслідок стукоту корінних і шатунних підшипників, поршневих пальців, поршнів, вібрації клапанів, коливання розподільного вала і кулачків від імпульсів крутильних коливань колінчастого вала, коливання газів по впускному і випускному трубопроводах, детонації в карбюраторному двигуні, співударяння різних деталей, тертя в рухомих з'єднаннях.

За характером стукоту або шуму і за місцем його виникнення можна визначити деякі несправності двигуна (збільшення зазорів у підшипниках колінчастого вала, між поршнем і циліндром, клапанами і штовхачами, клапанами і втулками, у підшипниках розподільного вала).

Найперспективнішим методом діагностування технічного стану газорозподільного і кривошипно-шатунного механізмів є *віброакустичні методи* із застосуванням спеціальної вимірювальної апаратури. Для віброакустичного діагностування використовують коливальні процеси пружного середовища, які виникають при роботі механізмів. Джерелом цих коливань є газодинамічні процеси (згоряння, випуск, впуск), регулярні механічні співударяння у спряженнях за рахунок зазорів і невірноваженості мас, а також хаотичні коливання, зумовлені процесами тертя. При роботі двигуна усі ці коливання накладаються одне на одне і, взаємодіючи, утворюють випадкову сукупність коливальних процесів, яку називають спектром. Це ускладнене віброакустичне діагностування потребою заглушувати перешкоди, виділяти корисні сигнали й розшифровувати коливальний спектр.

Поширення коливань у пружному середовищі (тверді тіла, рідини, гази) має хвильовий характер. Параметрами коливального процесу є частота (періодичність), рівень (амплітуда) і фаза (положення імпульсу коливального процесу щодо опорної точки циклу роботи механізму). Рівень вимірюють зміщенням, швидкістю або прискоренням частинок пружного середовища, тиском, що виникає в ньому, або ж потужністю коливального процесу. Між параметрами коливального процесу є перевідні масштаби. Повітряні коливання прийнято називати шумами (стукотом), які сприймаються за допомогою мікрофона. Коливання матеріалу, з якого складається механізм, називають вібраціями. Параметри вібрації сприймають за допомогою п'єзоелектричних датчиків, потім підсилюють, вимірюють за масштабом і реєструють.

Основною характеристикою зовнішнього і внутрішнього шуму є рівень звуку в децибелах, допустимі значення якого наведені в табл. 6.1.

Віброакустична діагностика дає змогу розшифрувати коливальні процеси, оскільки кожна співударяюча пара породжує свої власні коливання, які за своїми параметрами різко відрізняються від коли-

Таблиця 6.1

| Тип автомобіля   | Рівень звуку, дБ, для автомобілів, виробництво яких розпочате |                     |
|--|---|---------------------|
|  | до 01.01.1987 р.  | після 01.01.1987 р. |
| Легкові автомобілі   | 82  | 80                  |
| Автобуси з повною масою, кг:   |   |                     |
| до 3500 включно  | 84  | 81                  |
| понад 3500   | 89  | 82                  |
| Автобуси з двигуном потужністю 162 кВт і вище                            | 91  | 85                  |
| Вантажні і вантажопасажирські автомобілі, автопоїзди з повною масою, кг: |   |                     |
| до 3500 включно  | 84  | 81                  |
| понад 3500   | 89  | 86                  |
| 12000 з двигуном потужністю 162 кВт і вище                               | 91  | 88                  |

вань газодинамічного походження і коливань, спричинених тертям. Потужність коливань різко змінюється при зміні зазорів. Це пояснюється тим, що зміна зазорів призводить до зміни енергії співударянь. При цьому змінюється також тривалість співударянь. Належність коливань пар, що співударяються, визначають за фазою відносно опорної точки (верхня мертва точка, посадка клапана та ін.).

Є кілька методів віброакустичного діагностування. Найпоширеніша реєстрація рівня коливального процесу у вигляді миттєвого імпульсу в функції часу (або частоти обертання колінчастого вала) за допомогою осцилографа. Рівень і характер спаду коливального процесу порівняно з нормативним дають змогу визначити несправність спраження, що діагностується. Більш універсальним методом віброакустичної діагностики є реєстрація й аналіз усього спектра, тобто всієї сукупності коливальних процесів. Коливальний спектр знімають на вузькій, характерній ділянці процесу при відповідних швидкісному й навантажувальному режимах роботи механізму, який діагностують. Аналіз спектра полягає в групуванні за частотами його складових коливальних процесів за допомогою фільтрів (подібно до настроювання радіоприймачів на відповідну хвилю). Дефект виявляють за максимальним або середнім рівнем коливального процесу у смузі частот, зумовленій роботою діагностованого спраження порівняно з нормативами (еталонами).

Наближено визначити шуми і стукіт у двигуні можна за допомогою стетоскопа (рис. 6.4). Двигун допускається до експлуатації при помірному стукоті клапанів, штовхачів і розподільного вала на малих обертах холостого ходу. Якщо виявлено стукіт у шатунних і корінних підшипниках колінчастого вала, то двигун до експлуатації не допускається. Стукіт корінних підшипників глухий, сильний, низького тону. Стукіт шатунних підшипників середнього тону, дзвінкіший, ніж

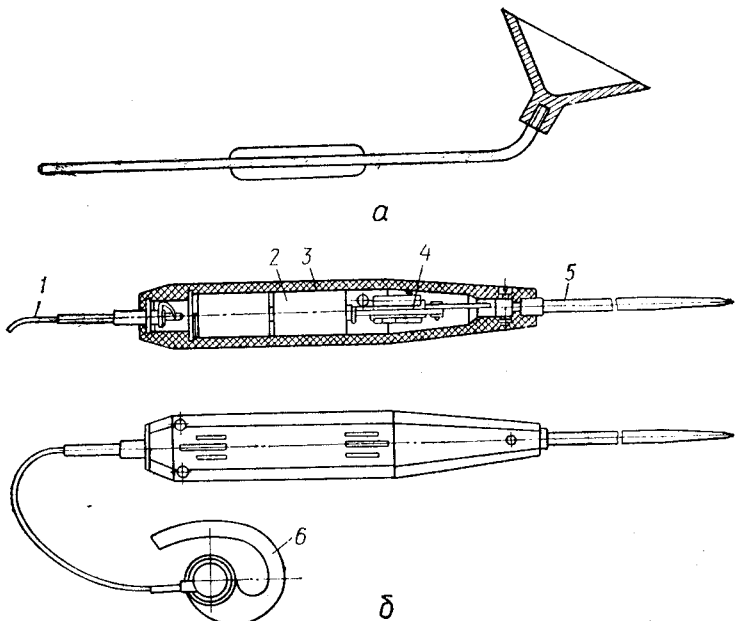


Рис. 6.4. Стетоскопи:

*a* — найпростіший КИ-1154; *б* — електронний: 1 — привод; 2 — елементи живлення; 3 — корпус-ручка; 4 — перетворювач; 5 — стержень; 6 — телефон-навушник

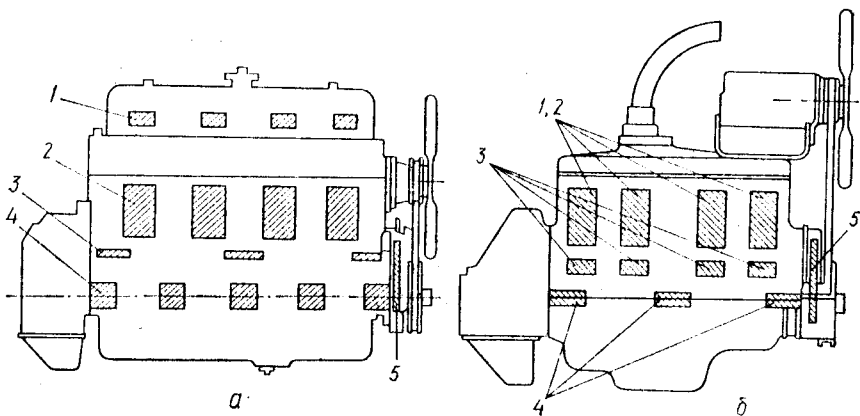


Рис. 6.5. Зони прослухування двигуна з верхніми (*a*) і нижніми (*б*) клапанами:

1 — зона клапанів; 2 — поршнів; 3 — штовхачів; 4 — підшипників; 5 — розподільних шестерень



стукіт корінних підшипників. При вимиканні запалювання стукіт у циліндрі підшипника, який перевіряють, зникає. Стукіт корінних підшипників прослухується в площині розняття картера, а шатунних — на стінках блока циліндрів по лінії руху поршня в місцях, що відповідають верхній і нижній мертвим точкам (рис. 6.5).

Стукіт поршневих пальців різкометалевий, він зникає при вимиканні запалювання. Прослухується у верхній частині блока циліндрів при різкозмінному режимі роботи прогрітого двигуна. Наявність стукоту свідчить про підвищений зазор між пальцем і втулкою головки шатуна або про збільшений отвір для пальця в бобищі поршня.

Стукіт поршнів глухий, клацаючий, він зменшується в міру прогрівання двигуна. Стукіт поршнів прослухується у верхній частині блока циліндрів з боку, протилежного розподільному валу, при роботі недостатньо прогрітого двигуна (у разі сильного спрацювання можливий стукіт поршня і на прогрітому двигуні). Наявність стукоту свідчить про значне спрацювання поршнів і циліндрів.

Стукіт клапанів дзвінкий, добре прослухується на прогрітому двигуні при малих обертах двигуна. Він виникає при збільшенні теплових зазорів між стержнями клапанів і носком коромисла (штовхачем). Точність діагнозу за допомогою стетоскопів значною мірою залежить від досвіду механіка або слюсаря-моториста.

**Діагностування за параметрами картерного масла** дає змогу визначити темп спрацьовування деталей двигуна, якість роботи повітряних і масляних фільтрів, герметичність системи охолодження, а також придатність самого масла. В основу діагностування покладено те, що концентрація в маслі двигуна продуктів спрацьовування основних деталей зберігається практично сталою при нормальному технічному стані двигуна і різко зростає перед відказами. Діагноз ставлять, порівнюючи добуті результати аналізу масла (при справно працюючих масляних і повітряних фільтрах і нормальному стані масла) з граничними показниками і попередніми результатами. Перевищення допустимих норм концентрації в маслі металів свідчить про несправну роботу спряжених деталей, перевищення норми вмісту кремнію, несправність системи охолодження, а знижена в'язкість масла дає змогу дійти висновку про його придатність.

Для діагностування двигуна за концентрацією продуктів спрацювання в картерному маслі (кожного металу зокрема) застосовують спектральний аналіз, спалюючи рідку пробу масла у високотемпературному полум'ї вольтової дуги. Спектр реєструють за допомогою високочутливого спектрографа автоматизованої фотоелектричної установки. Пара продуктів спрацювання дає лінійчастий спектр, який піддають кількісному аналізу. При якісному аналізі виявляють спектральні лінії, що свідчать про присутність у картерному маслі металів деталей, які спрацьовуються, а при кількісному визначають інтенсив-

ність почорніння спектральних ліній. Почорніння ліній вимірюють мікрофотометром. Потім добуті результати переводять в абсолютні одиниці концентрації, використовуючи тарувальні графіки.

Основні деталі, які обмежують ресурс двигуна, виготовлені з феромагнітних металів (гільзи циліндрів, поршневі кільця та ін.). Тому їхні несправності призводять до збільшення в маслі кількості феромагнітних продуктів спрацьовування, за концентрацією яких можна дійти висновку про технічний стан агрегату. Діагностування двигуна за концентрацією феромагнітних частинок у картерному маслі проводять порівняно швидко і просто, але не дуже точно. Його здійснюють за допомогою електричного приладу, який вимірює концентрацію продуктів спрацьовування за зміною індуктивності масла внаслідок присутності в ньому феромагнітних частинок.

**Діагностування за герметичністю надпоршневого простору циліндрів двигуна.** Ці роботи виконують за компресією, витіканням стиснутого повітря, прориванням газів у картер двигуна, угаром масла та ін.

Діагностування за компресією. Тиск газів у циліндрі наприкінці такту стиснення (компресія) залежить від спрацьовання циліндропоршневої групи, в'язкості масла, частоти обертання колінчастого вала, герметичності клапанів та ін. Компресію перевіряють *компресометром* або *компресографом* (записуючим манометром). Для перевірки компресії двигун прогрівають до температури охолодної рідини (80...90 °С), потім його зупиняють, повністю відкривають дросельну і повітряну заслінки карбюратора і від'єднують проводи від свічок запалювання. Очистивши і продувши стиснутим повітрям заглиблення біля свічок запалювання, викручують свічки і, вставивши гумовий наконечник 2 (рис. 6.6) компресометра в отвір для свічки (карбюраторні двигуни) або форсунки (дизельні двигуни) одного з циліндрів, прокручують колінчастий вал двигуна стартером на 10...12 обертів. Тиск відлічують по шкалі манометра 4. Далі натискають пальцем на стержень золотника 6 компресометра до встановлення стрілки манометра в нульове положення і перевіряють тиск у решти циліндрів. Перевіряють компресію кілька разів. Різниця показань манометра в окремих циліндрах не повинна перевищувати 0,1 МПа для карбюраторних двигунів і 0,2 МПа — для дизельних. Мінімально допустиму компресію залежно від ступеня стиску визначають заводи-виготовлювачі двигунів і зазначають у відповідних інструкціях про експлуатацію автомобілів. Наприклад, у двигунів ЗІЛ-130 тиск у циліндрі наприкінці стиснення повинен бути не нижче 0,7 МПа; 0,76 — у двигунів ГАЗ-53А; 3 МПа — у дизелів ЯМЗ-236 і КамАЗ-740. Основні недоліки цього методу діагностування такі: розрядження акумуляторної батареї при прокручуванні колінчастого вала двигуна; непорівнянність показників компресометра при вимірюванні тиску в різних двигунах через неможливість мати

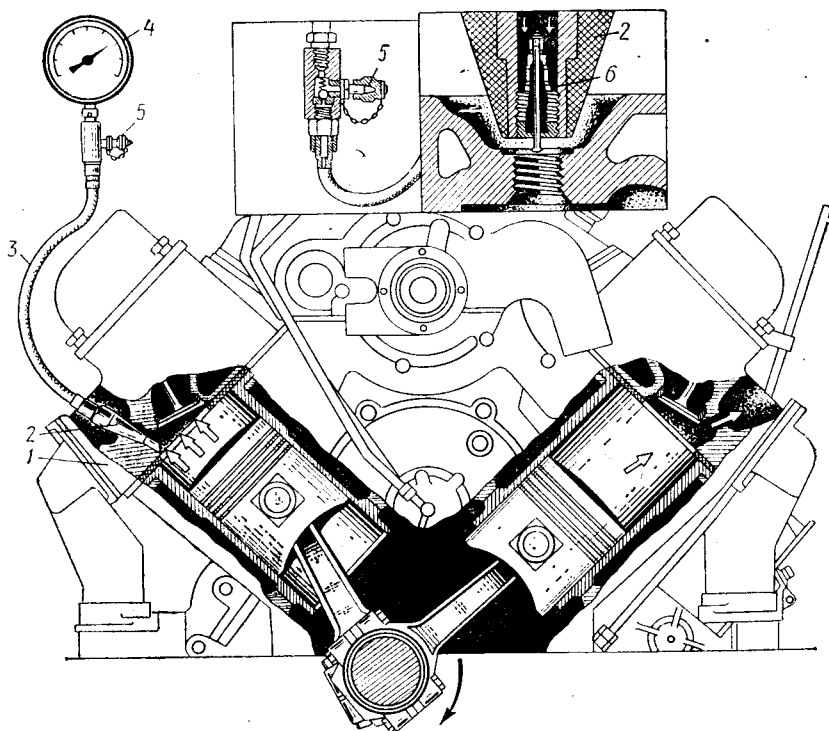


Рис. 6.6. Схема перевірки компресії:

1 — головка циліндрів; 2 — гумовий наконечник; 3 — шланг; 4 — манометр; 5 — клапан випуску повітря; 6 — золотник

однакову частоту обертання; неможливість визначення безпосередньої причини низької компресії.

Діагностування за витіканням стиснутого повітря. Причини спаду компресії можна визначити за витіканням стиснутого повітря, яке подається в циліндр двигуна через отвір для свічки: якщо стиснуте повітря виходить через карбюратор або глушитель, то клапани нещільно прилягають до сідел; якщо через сапун, то несправна (спрацьована) циліндропоршнева група; якщо стиснуте повітря потрапляє в сусідній циліндр з охолодженою рідиною, то пошкоджена прокладка головки блока. Витікання стиснутого повітря з циліндра точніше можна визначити за допомогою спеціального переносного приладу (рис. 6.7), який дає змогу визначити технічний стан циліндрів, поршневих кілець, клапанів і прокладок головок блока циліндрів. За допомогою цього приладу по черзі впускають стиснуте повітря в циліндри через отвори для свічок запалю-

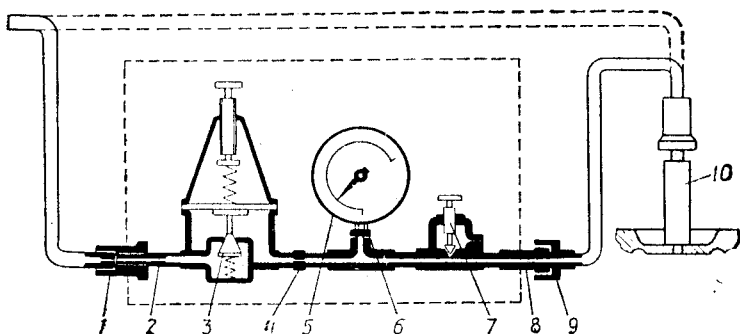


Рис. 6.7. Прилад К-69М:

1 — муфта швидкознімна; 2 — штуцер вхідний; 3 — редуктор; 4 — сопло вхідне; 5 — манометр вимірювальний; 6 — демпфер; 7 — гвинт регулювальний; 8 — штуцер вихідний; 9 — сполучна муфта; 10 — штуцер

вання або форсунки при непрацюючому двигуні в положенні, коли клапани закриті, і при цьому вимірюють витікання повітря за показаннями манометра приладу.

Діагностування за прориванням газів у картер двигуна. Проривання газів у картер двигуна значною мірою залежить від спрацювання та навантаження двигуна і мало залежить від частоти обертання колінчастого вала. Об'єм газів, що прориваються, вимірюють за допомогою *газових лічильників* або простих і надійних у роботі приладів типу *реометрів*. Проривання газів у картер нового двигуна досягає 15...20 л/хв, спрацьованого — 80... 130 л/хв. Для вимірювання проривання газу заглушують пробками трубки системи вентиляції картера і потім вставляють у горловину маслоналивного патрубку наконечник гумового шланга, другий кінець шланга з'єднують із вхідним патрубком газового лічильника (або реометра), що міститься в кабіні водія у вертикальному положенні. Випробування проводять під час руху на ІІ або ІІІ передачах, педаль дросельної заслінки натискують до відкачу. Випробування проводять протягом 30 с, після чого різницю показань лічильника між двома вимірюваннями перераховують у літри за хвилину (л/хв). У разі значного спрацювання двигуна тиск газів у картері підвищується до 0,008...0,016 МПа. Виміряти його можна за допомогою звичайного водяного *п'єзометра*. Проривання газів у картер двигуна можна виміряти також газовим витратоміром на стенді тягових якостей під навантаженням, що відповідає максимальному крутному моменту двигуна на прямій передачі. Діагностування за прориванням газів у картер двигуна має обмежене застосування з багатьох причин (велика трудомісткість, низька точність тощо).

Діагностування за угаром масла застосовують у тих випадках, коли немає втрат масла через корінні підшипники і

нещільності картера. Угар масла залежить від спрацювання кілець, поршнів, циліндрів та від герметичності клапанів. Витрату масла на угар перевіряють при швидкості руху 35...45 км/год.

Двигун заправляють маслом до верхньої мітки покажчика рівня, а після пробігу не менш як 50 км доливають масло до цього ж рівня і підраховують фактичну витрату (угар) масла. Одночасно при цьому перевіряють витрату палива.

Середня експлуатаційна витрата масла встановлена для карбюраторних двигунів 4 % витрати палива, для дизелів — 5 %. Якщо витрата масла тільки на угар досягає цих значень, то двигун треба направити в ремонт. Звичайно угар масла має становити 0,5...1 % витрати палива.

**Діагностування за зовнішніми ознаками.** Виявлення й усунення несправностей двигунів в умовах АТП значною мірою залежать від досвіду спеціалістів, які виконують цю роботу. Чим досвідченіший спеціаліст, тим він швидше знаходить за зовнішніми ознаками причини несправностей і усуває їх. Однак на практиці часто не вміють своєчасно виявити несправність за її зовнішніми проявами. У кінцевому підсумку це призводить до аварій двигунів, необгрунтованої заміни їх і т. п.

Щоб запобігти несправностям, багато автомобільних заводів останнім часом розробили методики виявлення несправностей за їхніми зовнішніми проявами.

Для прикладу розглянемо методику виявлення несправностей двигунів ЯМЗ за їхніми зовнішніми проявами, розроблену на Ярославському моторному заводі. Мета такої методики — визначити найкоротшим способом причини несправностей на основі їхнього зовнішнього прояву. Усі несправності, що трапляються під час експлуатації двигунів (за матеріалами експлуатаційних випробувань двигунів ЯМЗ на базових АТП), усуваються двома способами, які доповнюють один одного і є обов'язковими етапами розглядуваної методики.

*Перший спосіб* — це класифікація усіх несправностей двигунів ЯМЗ за зовнішніми ознаками і визначення функціонального зв'язку між ними і несправностями деяких систем та вузлів двигунів. Ця класифікація складається з 11 таблиць. Однією з них є табл. 6.2.

*У другому способі* використано принцип алгоритму (під поняттям «алгоритм» тут мають на увазі послідовність пошуку несправності). Несправність шукають за певною схемою з поділом на етапи (розгалуження). Використовуються додаткові ознаки несправностей; рекомендуються прилади для технічної діагностики стану окремих елементів двигунів.

Коли використовують принцип алгоритму, має бути додержана умова: загальна кількість алгоритмів дорівнює кількості відомих несправностей. Проте багато які несправності спричинені відказами одних і тих самих систем (наприклад, підвищений тиск картерних га-

Таблиця 6.2

| Зовнішній прояв несправності двигунів | Системи і вузли, в яких криється причина несправності |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|---------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
|                                       | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Не запускається                       |   | × | × |   | × | × | × |   | × |    |
| Не розвиває потужності                | ×   | × |   |   | × |   | × |   |   | ×  |
| Низький тиск наддування               | ×   | × |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Підвищена димність                    | ×   | × |   | × | × | × | × | × |   | ×  |
| Працює нерівномірно                   |   | × |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Раптово зупиняється                   |   | × |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Не розвиває обертів                   |   | × |   |   |   |   |   |   |   |    |

*Примітка.* 1 — турбонаддування, впуск і випуск; 2 — живлення; 3 — мащення; 4 — охолодження; 5 — циліндропоршнева група; 6 — кривошипно-шатунний механізм; 7 — механізм газорозподілу; 8 — корпусні деталі (блок двигуна, головка циліндрів); 9 — електроустаткування; 10 — порушення правил експлуатації і ремонту двигунів.

зів, витрата масла на угар залежать, як правило, від стану деталей циліндропоршневої групи). Тому вони об'єднані в єдині загальні алгоритми. За другим способом передбачається використовувати дев'ять алгоритмів. Один із таких алгоритмів «Двигун не розвиває потужності» (у скороченому варіанті) наведений на рис. 6.8.

Увесь процес виявлення несправності поділяється на три етапи. На першому етапі збирають інформацію про несправності. Для цього опитують водія про умови роботи двигуна і передуючі несправності, ТО і ремонти. Потім оглядають двигун зовні, щоб мати додаткові відомості про несправності.

На другому етапі попередньо оцінюють відомості, добуті на першому етапі. Для цього використовують перший (табличний) метод пошуку.

Третій етап передбачає використання другого алгоритмічного пошуку. Аналіз роблять послідовно по вертикальних гілках алгоритму. Проаналізувавши додаткові зовнішні ознаки, які повніше характеризують стан двигуна, вибирають розгалуження, по якому продовжують пошук до моменту виявлення причини несправності.

Розглянемо такий зовнішній прояв несправності, як «Двигун не розвиває потужності». За табл. 6.2 визначаємо, що цей дефект може бути спричинений несправностями систем турбонаддування, впуску і випуску, живлення і т. п. (усього п'ять систем). Потім із десяти таблиць вибирають п'ять із відказами, які можуть спричинити конкретний зовнішній прояв несправності двигуна. Аналіз таблиць показує, що двигун може не розвивати повну потужність внаслідок зниження обертів холостого ходу, засмічення паливних фільтруючих елементів і т. д. (загальна кількість несправностей живлення становить 21).

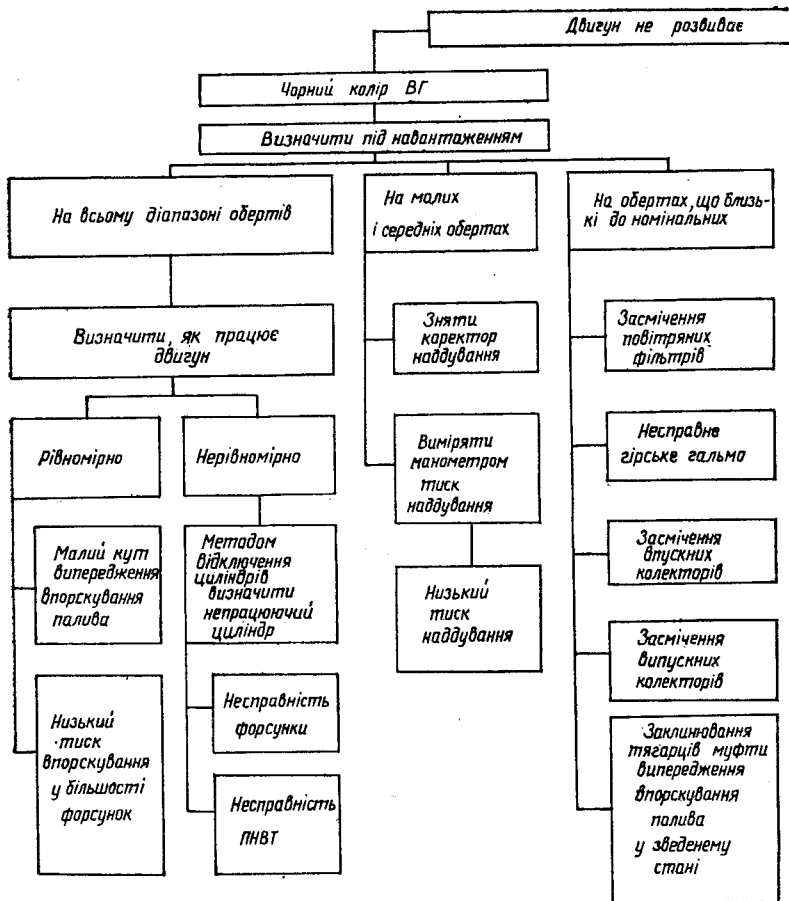
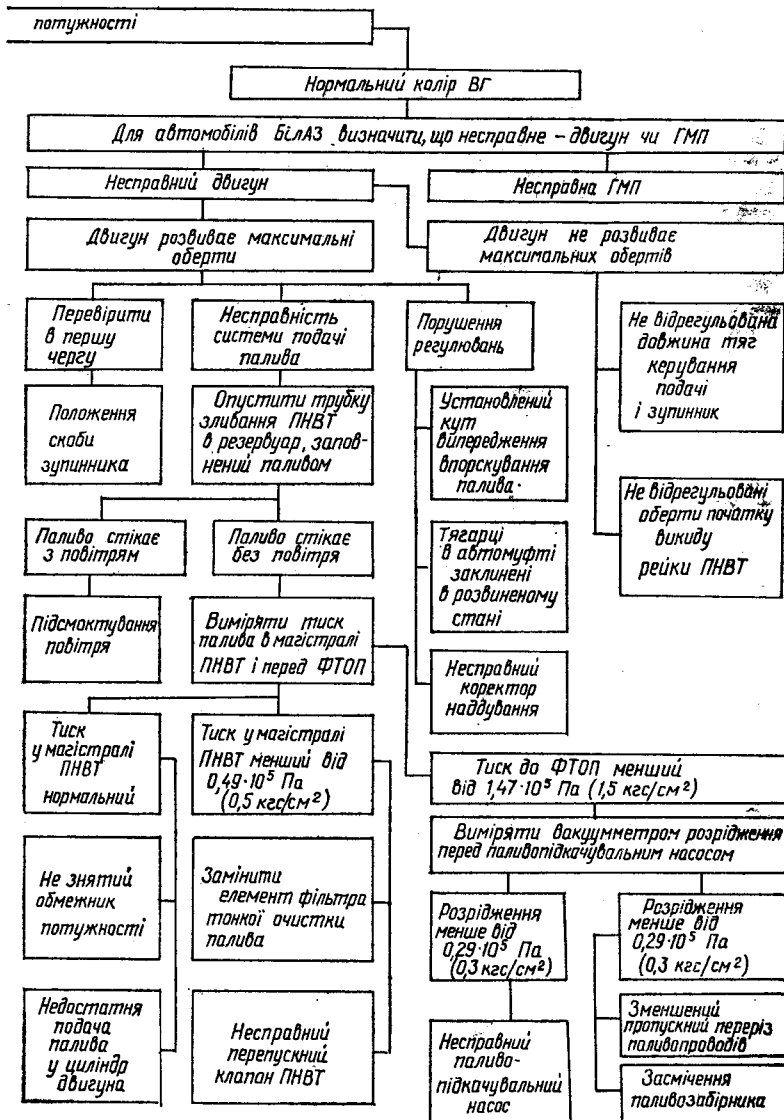


Рис. 6.8. Пошук причини несправності «двигун не розвиває потужності»:

ВГ — відпрацьовані газ; ГМП — гідромеханічна передача; ПНВТ — паливний насос високого тиску; ФТОП — фільтр тонкої очистки палива

На цьому етапі пошуку несправностей неможливо однозначно визначити причину зниження потужності двигуна, оскільки табличний метод пошуку дає тільки загальний напрям. Тому доцільно далі перейти до третього етапу, за яким можна знайти найкоротший шлях пошуку причини несправності. Алгоритм дає змогу звернути увагу на додаткові зовнішні ознаки несправності і послідовно виявити її причини. Алгоритм інших несправностей аналогічний розглянутому.

**Затягання деталей кріплення головки блока.** При роботі двигуна кріплення головки блока циліндрів ослаблюються внаслідок деякого



осідання прокладки і здовження болтів 1...4 (шпильок). Кріпити голвку блока циліндрів треба починати з середніх гайок (болтів) і поступово переходити до крайніх у певній послідовності (рис. 6.9). Болти (гайки) кріплять у два прийоми: попередньо й остаточно. Величина



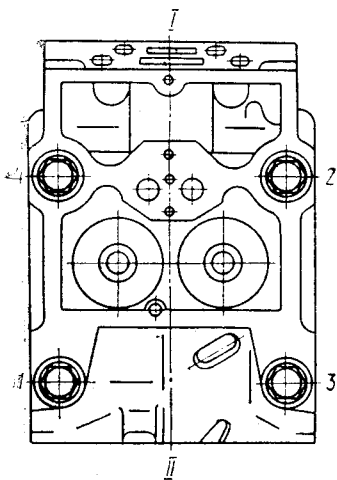


Рис. 6.9. Порядок затяжки болтів кріплення головки циліндра двигуна КаМАЗ-740:

I, II — сторона впуску і впуску відповідно

бігами і термінами експлуатації. Дефект цей буває двох видів: прогорання прокладок і головок по перемичках між сусідніми камерами згорання; точкове руйнування нижньої площини головки в зоні біля впускних клапанів і коло циліндра та прогорання прокладок у цих же місцях. Перший вид трапляється порівняно рідко.

*Прогорання прокладок і головок по перемичках між камерами згорання* — наслідок порушення щільності стику в блоку циліндрів. Причини — не підтягнені своєчасно болти кріплення головки до блока, перегрівання двигуна, робота двигуна без води в системі охолодження. Не розуміючи цього, деякі водії, щоб уникнути замерзання води, яка заливається в холодний двигун, вважають можливим пускати й прогрівати його, а потім і рухатись до водозаправної колонки без води в системі охолодження. Усе це призводить до жолоблення головок, порушення ущільнення газового стику і прогорання прокладок та головок циліндрів.

Прогрівання двигунів без води в системі охолодження призводить також до того, що температура гільз циліндрів у зоні ущільнювальних гумових кілець підвищується до значень, при яких гума швидко втрачає свою пружність, що спричинює протікання води в картер двигуна.

*Точкове руйнування нижньої площини головки і прогорання прокладки* буває в результаті детонаційного згорання паливовітряної суміші в циліндрах двигуна. При детонації частина суміші згоряє майже миттєво, вибухонебезпечно, створюючи різке місцеве збільшен-

затягання забезпечується динамометричною рукояткою відповідно до заводських вказівок про обслуговування автомобілів. Гайки (болти) кріплення чавунної головки блока підтягають на підігрітому двигуні, а з алюмінієвих сплавів — на холодному. Це пояснюється тим, що затягання гайок на гарячому двигуні після його остигання виявиться недостатнім внаслідок того, що головка блока з алюмінієвих сплавів стискується більше, ніж сталеві шпильки. При затяганні кріплення головки блока слід мати на увазі, що недостатнє і неправильне затягання призводить до руйнування прокладки головки блока, деформування головки, порушення герметичності камери згорання.

**Запобігання прогоранню прокладок і головок циліндрів двигунів.** Прогорання прокладок і головок циліндрів двигунів — один із найпоширеніших дефектів, причому це стається у двигунах із різними про-

ня тиску, яке спричиняє вібрацію стінок циліндрів. Вібрація призводить до появи металевого стукоту (деякі водії цей стукіт помилково вважають стуком пальців). Місцеве підвищення тиску і його хвилі збільшують кількість теплоти, яка передається стінкам камери згоряння, клапанам і днищу поршня, що спричинює підвищення їхньої температури і механічне пошкодження. При детонації погіршується також економічність двигуна і знижується його потужність.

Механізм руйнування прокладок і головок циліндрів при детонації полягає ось у чому. Спочатку відбувається точкове руйнування нижньої площини головки перед прокладкою в зоні впускного клапана і циліндра. При тривалій роботі двигуна з детонацією руйнування головки поширюється під обкантовку камери згоряння в прокладці. Коли ж головка руйнується за обкантовкою, порушується щільність стику головки — блок циліндрів і за короткий час азбостальне полотно прокладки руйнується струменем газу в напрямі найближчого отвору в головці блока для проходження охолодної рідини. Іноді в експлуатації, не усуваючи детонацію, послідовно міняють кілька прогорілих прокладок і головок. Це призводить надалі до руйнування поршнів і гільз циліндрів, тобто до руйнування усіх деталей камери згоряння двигуна.

Визначити прогорілу прокладку можна за погіршенням тягових якостей автомобіля (відключається циліндр через потрапляння в нього охолодної рідини) і за викиданням охолодної рідини з приймальної труби системи вихлопу або глушителя.

Основною причиною детонаційного згоряння у двигуні (при правильно встановленому куті випередження запалювання) є застосування бензину з октановим числом, нижчим від встановленого інструкцією заводами-виготовлювачами. Помилково побутує думка, що при низьких температурах можна користуватись паливом із меншим октановим числом, наприклад, застосовувати замість А-76 для двигуна ЗІЛ-130 бензин А-72. Низька температура навколишнього повітря не знімає вимог до застосовуваного палива, оскільки повітря в повітряний фільтр надходить із підкапотного простору з досить високою температурою. Крім того, в зимовий період для підвищення ефективності роботи опалювального приладу і запобігання заморожуванню радіатора водії підтримують підвищену температуру охолодної рідини. При цьому, природно, підвищується температура повітря в підкапотному просторі й посилюється детонація.

Детонаційне згоряння може виникнути і при занадто ранньому куті випередження запалювання. Дуже часто в експлуатації треба враховувати вплив на кут випередження запалювання індивідуальних особливостей двигуна та якості палива (особливо це стосується автомобілів ЗІЛ). У таких випадках треба коректувати кут випередження за детонаційною пробою. Її роблять так: прогрівають двигун до температури охолодної рідини (не менш як 85 °С) і рухаються на автомо-

білі по рівній ділянці дороги на вищій передачі з найменшою швидкістю. Різно натискують до упору педаль акселератора і тримають її в такому положенні 10...15 с, розганяючи автомобіль і прислухаючись до роботи двигуна; якщо при розганянні автомобіля детонація прослухувалась, переміщують стрілку октан-коректора в бік знака мінус (—) у положення, при якому детонація не прослухується; якщо детонації немає, послідовно, по одній поділці переміщують стрілку октан-коректора в бік знака плюс (+) до появи слабо прослухованої детонації, а потім переміщують стрілку на одну поділку в бік знака мінус (—) і в цьому положенні закріплюють регулювальні гайки октан-коректора. Слід пам'ятати, що при правильному встановленні запалювання слабкий детонаційний стукіт може прослухуватись тільки на початку розганяння автомобіля.

Коли двигун працює, на рівень його детонації впливають і деякі інші фактори: сорт бензину (при етильованому бензині потрібне деяке зменшення випередження запалювання порівняно з неетильованим того самого сорту); забирання повітря в повітряний фільтр із підкапотного простору в теплу пору року; перевантаження автомобіля; неправильне використання передач у коробці передач (робота на прямій передачі при малій частоті обертання і рушання з місця на другій передачі).

Підгоряння прокладок і головок циліндрів двигуна можна запобігти такими заходами: регулярним підтяганням болтів кріплення головок до блока циліндрів; експлуатацією двигунів без перегрівання;

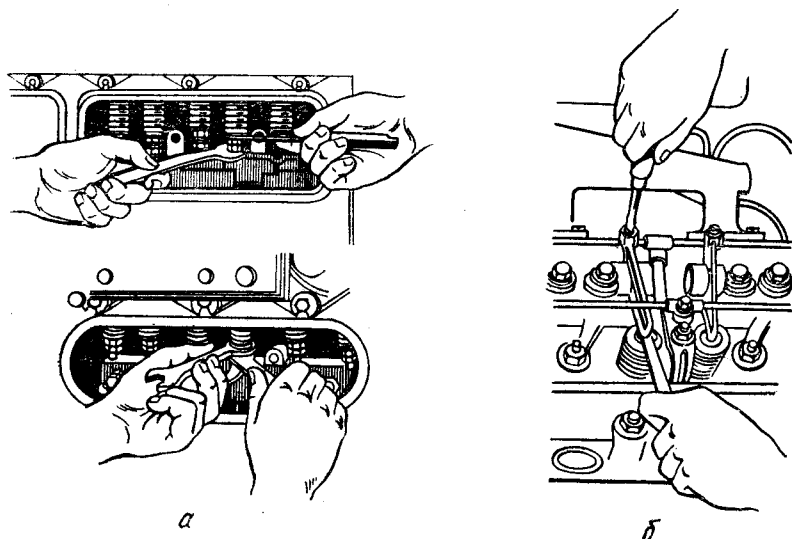


Рис. 6.10. Регулювання теплових зазорів клапанів у двигунах з нижнім (а) і верхнім (б) розміщенням клапанів

застосуванням палива відповідно до інструкції заводу-виготовлювача; правильним установленням кута випередження запалювання і коректуванням його за детонаційною пробою; підведенням зовнішнього повітря в теплу пору року до повітряного фільтра карбюратора; правильним використанням передач у коробці передач; завантажуванням автомобіля за його вантажопідйомністю; відновленням об'єму камер згоряння при ремонті головок.

**Регулювання теплових зазорів клапанів.** Теплові зазори збільшуються внаслідок спрацювання кулачків і штовхачів, клапанів і коромисел. Збільшення зазора призводить до збільшення шуму в клапанному механізмі, втрати потужності, а зменшення — до обгоряння сідел і клапанів, «чхання» в карбюраторі, «пострілів» у глушитель, зменшення потужності, збільшення спрацювання циліндрів.

Регулювання зазорів (рис. 6.10, а, б) — трудомістка операція, оскільки на багатьох автомобілях треба виконувати додатково демонтажні роботи. Тепловий зазор вимірюють щупом. Розмір зазорів зазначають в інструкціях автомобільних заводів. Наприклад, для ЗІЛ-130 він повинен бути 0,25...0,30 мм. Теплові зазори регулюють при повністю закритих клапанах, починаючи з першого циліндра, а потім у послідовності, що відповідає порядку роботи двигуна. Зазор змінюють до потрібної величини, обертаючи регулювальний болт штовхача або гвинта коромисла.

**Очистка нагару в циліндрах двигуна.** Нагар призводить до залягання поршневих кілець, зависання клапанів, перегрівання двигуна, посилення спрацьовування, підвищення витрати палива, зниження потужності двигуна та ін. В умовах експлуатації нагар можна видалити при знятій головці блока і без зняття її. При знятій головці блока нагар видаляють металевими скребками, волосяними щітками й обтираєльними кінцями. Перед видаленням нагар розм'якшують гасом.

Без зняття головки блока нагар видаляють так. У кожен циліндр підігрітого двигуна заливають 150...200 см<sup>3</sup> суміші, що становить 80 % гасу і 20 % масла для двигунів. Потім заміняють свічки старими, прокручують кілька разів колінчастий вал, через 10...12 год заводять двигун на 20...30 хв (за цей час розм'якшений нагар вигоріє). Після видалення нагару треба змінити масло в картері двигуна і перед пуском у кожен циліндр залити по 20...30 см<sup>3</sup> свіжого масла.

Є й інші способи очистки нагару без зняття головки блока (із застосуванням денатурованого спирту, ацетону та ін.), але вони мають обмежене застосування.

### Контрольні запитання

1. Як можна оцінити загальний технічний стан двигуна?
2. Як оцінити загальний технічний стан двигуна за потужністю, яку він розвиває?

3. Як оцінити загальний технічний стан двигуна за витратою палива і які прилади використовують при цьому?
4. Як оцінити загальний технічний стан двигуна за загальним рівнем шумів і стукоту?
5. У чому суть віброакустичного діагностування двигуна?
6. Як діагностують двигун за параметрами картерного масла?
7. Як діагностують двигун за герметичністю надпоршневого простору?
8. Як діагностують двигун за зовнішніми ознаками?
9. Як правильно кріпити головку блока циліндрів двигуна?
10. Які причини прогоряння прокладок і головок циліндрів двигунів і як їм запобігти?
11. Для чого і як регулюють теплові зазори клапанів?

## Глава 7

### КОНТРОЛЬНО-ДІАГНОСТИЧНІ, РЕГУЛЮВАЛЬНІ, КРІПІЛЬНІ ТА ІНШІ РОБОТИ В СИСТЕМІ ОХОЛОДЖЕННЯ ДВИГУНА

#### 7.1. Загальні відомості

У процесі експлуатації автомобіля може виникнути перегрівання або переохолодження двигуна. *Перегрівання* зменшує наповнення циліндрів, сприяє виникненню детонації і жарового запалювання й утворенню нагару, підвищує угар масла і спрацювання циліндрів, спричинює виплавлення підшипників і заклинювання поршнів у циліндрах двигуна.

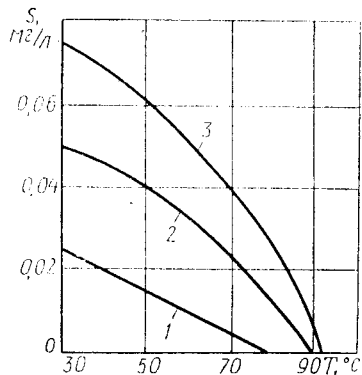
*Переохолодження* призводить до зниження економічності двигуна, обсмолення системи вентиляції, підвищення жорсткості роботи і спрацювання двигуна внаслідок змивання і розрідження мастильних матеріалів у картері двигуна паливом або до підвищення в'язкості мастильних матеріалів під впливом низьких температур (особливо під час поїздки).

Переохолодження двигуна призводить також до утворення сажі у відпрацьованих газах. Найбільше сажі у відпрацьованих газах у технічно справного бензинового двигуна буває при зниженому температурному режимі системи охолодження двигуна, який працює на повному навантаженні і в режимі розганяння. Забезпечення температури охолодної рідини в системі охолодження на рівні 80...90 °С знижує викидання сажі з відпрацьованими газами в 2,0...2,4 раза (рис. 7.1) порівняно з температурою охолодної рідини +40 °С при роботі двигуна за навантажувальною і зовнішньою характеристиками, а при роботі на обертах холостого ходу і розганянні без навантаження повністю усуває викидання сажі з відпрацьованими газами.

За системою охолодження перевіряють також прямі (структурні) діагностичні параметри: усталену температуру охолоджуваних по-

Рис. 7.1. Вплив температурного режиму  $T$  системи охолодження двигуна ЗІЛ-130 на викидання сажі  $S$  з відпрацьованими газами:

1 — при роботі на холостому ході з  $n_{х.х} = 1000 \text{ хв}^{-1}$ ; 2 — при розгоні без навантаження з  $n_{х.х} = 1000 \text{ хв}^{-1}$  до  $n = 2500 \text{ хв}^{-1}$  і пробігу 3,5 тис. км; 3 — те саме при пробігу 135 тис. км



верхонь двигуна, продуктивність водяного насоса, охолоджувальну здатність теплообмінника, герметичність системи охолодження, спрацювання повітряного клапана, тиск спрацювання парового клапана кришки теплообмінника.

Температуру охолодної рідини у відкритих системах охолодження треба підтримувати в межах 80...85 °С, а в закритих — 100...105 °С. Тому основне завдання ТО системи охолодження — підтримання найвигіднішого теплового режиму двигуна.

**Основні контрольно-діагностичні роботи** в системі охолодження двигуна охоплюють: визначення теплового стану системи та її герметичності, перевірку натягу паса привода водяного насоса і вентилятора, справність термостата й інших деталей.

*Тепловий стан системи охолодження* визначають за температурою охолодної рідини в головці блока, що вимірюється термометром з електродатчиком. На деяких автомобілях для контролю встановлено сигнальні електролампочки з датчиками у верхніх бачках радіатора; вони загоряються при температурі 100...105 °С (автомобілі ГАЗ-53) і 115 °С (автомобілі ЗІЛ-130).

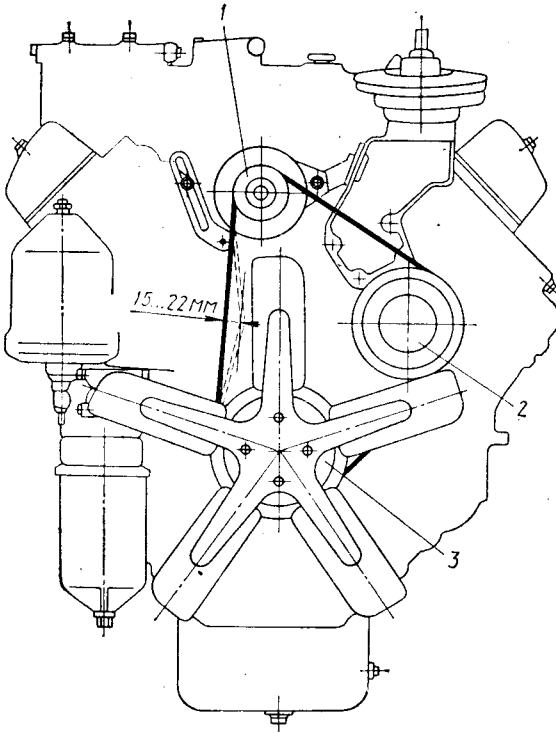
*Герметичність системи охолодження* визначають візуально, за наявністю підтікання охолодної рідини. Через витікання рідини з системи охолодження виникає близько 30 % усіх несправностей. Найвірогіднішими місцями підтікання є сальники водяного насоса, з'єднання шлангів з патрубками і трубок радіатора з бачками, а також спускні краники.

Підтікання в місцях спряження шлангів усувають підтяганням хомутів кріплення, а в разі пошкодження шлангів — їх заміною. Підтікання водяних насосів усувають заміною сальникових ущільнень. Усунути витікання охолодної рідини внаслідок дефекту в радіаторі можна використанням герметика для радіатора. Це найшвидший і найзручніший спосіб усунення витікання в дорожніх умовах або у випадках, коли не можна припинити експлуатацію автомобіля до його ремонту. Препарат добре герметизує мікротріщини. Додавання його в охолодну рідину не знижує ефективності роботи системи охолодження.

При підтіканні води з радіатора його ремонтують (як виняток допускається тимчасове заглушування окремих трубок).

Рис. 7.2. Регулювання натягу пасів:

1 — шків генератора; 2 — водяного насоса; 3 — вентилятора



Прогин паса привода водяного насоса має бути в межах 10...20 мм при натягу 30...40 Н. Натяг паса регулюють поворотом на опорі генератора. Наприклад, для двигуна КамАЗ-740 прогин паса має бути 15...22 мм при зусиллі 4 Н (рис. 7.2).

Справність термостата визначають, опускаючи його в підігрівану воду (рис. 7.3). Клапан справного термостата повинен відкриватися при температурі 78...82 °С і повністю відкриватись при 91...95 °С. Треба стежити також за повним ходом клапана термостата. Його величина, наприклад для двигуна КамАЗ-740, повинна бути не менше 8,5 мм. Допускається втрата ходу клапана не більш як 20 %.

Рівень охолодної рідини в радіаторі перевіряють щодня (перед початком роботи). Водночас контролюють справність пробки радіатора. При зберіганні автомобілів без охолодної рідини (в зимову пору) систему охолодження заправляють перед пуском двигуна. Зовсім не допускаються підтікання охолодної рідини й ослаблення кріплень деталей системи охолодження при експлуатації.

Дуже важливо в процесі експлуатації автомобілів підтримувати температуру повітря під капотом двигуна на рівні 30...40 °С.

**Особливості ТО системи охолодження двигунів КамАЗ-740.** У жарку погоду часто виникає перегрівання двигуна. Причин того кілька: тривале застосування води в системі охолодження, недостатній контроль технічного стану вмикача гідромуфти, несвоєчасна очистка системи охолодження від продуктів корозії і накипу та ін.

Як охолодну рідину треба використовувати низькозамерзаючі рідини «Тосол П-40» або «Тосол А-65». Воду можна застосовувати як виняток, та й то короткочасно. Тривале застосування води в системі

охолодження — одна з головних причин масового виходу з ладу водних насосів.

Треба контролювати технічний стан вмикача гідромуфти, через який масло може проникати в систему охолодження. При цьому низькозамерзаючі рідини дуже спінюються і тепловідведення погіршується.

Несвоєчасна очистка радіатора системи охолодження, а також недостатня жорсткість конструкції масляного радіатора спричиняють просочування масла з місць з'єднання бачків і трубок масляного радіатора. Масло потрапляє на радіатор системи охолодження і погіршує тепловідведення.

Таким чином, при обслуговуванні системи охолодження двигуна КамАЗ-740 додатково до загальноприйнятих робіт треба приділяти особливу увагу складові охолодної рідини, контролю технічного стану вмикача гідромуфти і своєчасній очистці системи охолодження від продуктів корозії та накипу.

## 7.2. Запобігання утворенню накипу в системі охолодження

Нормальний тепловий режим роботи двигуна забезпечує система охолодження (рис. 7.4). Як охолодний агент застосовують рідини або гази (двигун з повітряним охолодженням). Системи повітряного охолодження не потребують особливих заходів профілактики, за винятком тримання в чистоті зовнішніх поверхонь.

Як охолодний агент широко застосовують воду. Порівняно з іншими рідинами вона має деякі переваги — високі теплоємність і коефіцієнт теплопередачі. Це зумовлює мінімальну кількість охолодної рідини і компактність системи охолодження. Проте застосування води спричиняє відкладання накипу на внутрішніх стінках системи охолодження. Внаслідок низької теплопровідності накип утруднює теплообмін між стінками блока циліндрів і водою. Зменшується переріз трубок радіатора. Утруднюється циркуляція води. Доведено, що при товщині шару накипу 1 мм підвищується витрата палива до 30 %, а масла — до 40 %, знижується потужність двигуна на 20...25 %. Через закупорку зливальних краників ускладнюється зливання води з системи охолодження в зимову пору. Двигун перегрівається з усіма

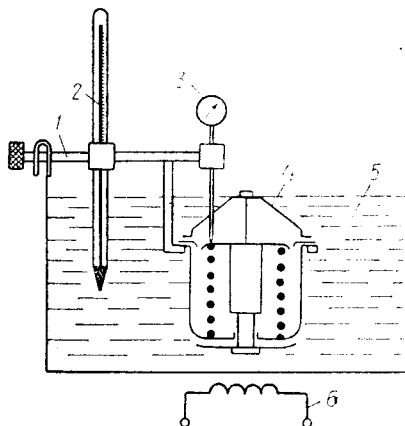


Рис. 7.3. Схема установки для перевірки термостатів:

1 — кронштейн; 2 — термометр; 3 — індикатор; 4 — термостат; 5 — ванна з водою; 6 — електронагрівник



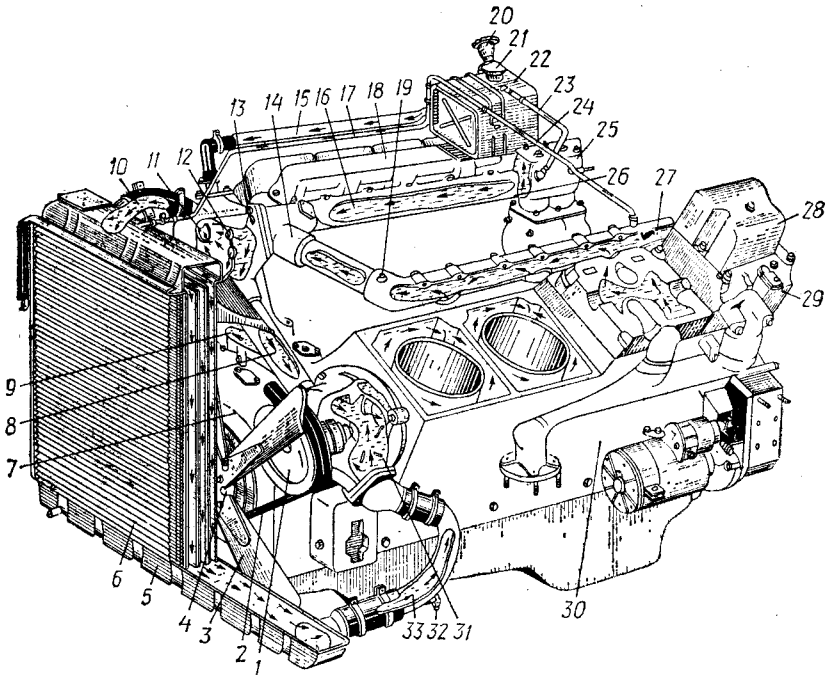


Рис. 7.4. Система охолодження двигуна КамАЗ-740:

1 — шків водяного насоса; 2 — пася привода насоса і генератора; 3 — вентилятор; 4 — шків колінчастого вала; 5 — радіатор; 6 — жалюзі; 7 — гідромуфта привода вентилятора; 8 — перепускний патрубок; 9 — нагнітальний патрубок; 10 — верхній патрубок; 11 — термостат; 12 — термостатна коробка; 13 — датчик температури води; 14 — сполучна труба; 15 — підвідна труба; 16 — водяна труба права; 17 — відвідна труба радіатора; 18 — впускний колектор; 19 — датчик сигнальної лампи перегрівання охолодної рідини; 20 — заливна горловина з герметичною пробкою; 21 — пароповітряна пробка; 22 — розширювальний бачок; 23 — відвідна трубка компресора; 24 — відвідна трубка лівої водяної труби; 25 — компресор; 26 — трубка підведення рідини до компресора; 27 — водяна труба ліва; 28 — кришка головки; 29 — головка циліндрів; 30 — блок циліндрів; 31 — водяний насос; 32 — зливальний кран або пробка; 33 — нижній патрубок

впливаючими наслідками. На величину відкладання накипу впливають якість заправленої води, температура і швидкість її циркуляції. Найтовщий шар накипу відкладається в сорочці охолодження блока циліндрів, де найвища температура і найменша швидкість руху води. Проте в радіаторі з води випадає більше механічних домішок. Неоднорідна і структура накипу. Найщільніший і найтвердіший накип утворюється біля головки блока циліндрів. Далі він стає не таким твердим і від слабокристалічного переходить в аморфний (у радіаторі). Вода сприяє також утворенню корозії.

Отже, накип є основною причиною перегрівання двигунів в експлуатації. Він утворюється внаслідок відкладання на поверхні нагрітого металу солей Ca, Mg та інших сполук.

Схильність води до утворення накипу визначається жорсткістю (чим більше в ній солей, тим вона жорсткіша). Розрізняють тимчасову (коли солі можна видалити кип'ятінням) і постійну жорсткість води. Використання води з водопроводу, річки, джерела, криниці для заправлення системи охолодження автомобільних двигунів без попередньої її обробки хімічними та іншими способами призводить до інтенсивного утворення накипу. Видалення накипу — копіткий, трудомісткий, дорогий і не завжди можливий процес. Тому основну увагу треба приділяти попередженню або зменшенню його утворення. Цього можна досягти застосуванням «м'якої» води (з невеликим вмістом солей) або спеціальною обробкою води.

*Електромагнітна обробка води* — найбільш прогресивний метод запобігання утворенню накипу в системі охолодження двигунів. Суть його полягає в тому, що вода після багаторазового проходження через магнітне силове поле в напрямі, перпендикулярному до силових ліній (рис. 7.5), набуває нових властивостей: наявні у ній солі не утворюють накипу і випадають у вигляді шламу. Більше того, вода, що пройшла електромагнітну обробку, сприяє також розчиненню накипу, який утворився раніше. Замість міцного шару накипу утворюється пухкий, легко змивний порошок. Цей ефективний, простий і дешевий метод є основним для запобігання утворенню накипу в системі охолодження.

*Пом'якшення води або додавання антинакипінів* (замінників утворення накипу) також запобігає утворенню накипу. Пом'якшують воду кип'ятінням, додаванням соди, вапна, нашатирного спирту,

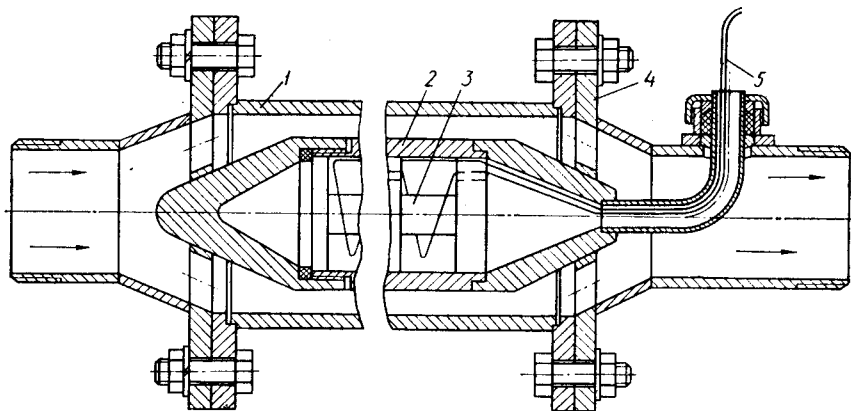


Рис. 7.5. Апарат для обробки води:

1 — корпус; 2 — корпус магніту; 3 — електромагніт; 4 — фланець; 5 — кабель

пiчного попелу або пропускаючи через спеціальнi фiльтри (мiнеральнi, глауконiтнi або натрiй-катионiтнi). Як антинакипини використовують тринатрiйфосфат, гексамет, трилол Б та iн.

Антинакипини повнiстю виключають вiдкладання накипу з водопровiдної води пiдвищеної жорсткостi (8...9 мг-екв/л), зменшують утворення корозiї, не мають негативної дiї на гумовi деталi, нетоксичнi, не спiнюють охолодну воду, простi для застосування i дешевi. Їх широко використовують у пiвденних районах.

Як застосовують антинакипини? У чистiй посудинi готують водний розчин зазначеної на етикетцi упаковки речовини вiдповiдної концентрацiї. Воду беруть без механiчних домишок. Її можна пiдiгрiти, що прискорить процес розчинення порошокопiдного антинакипину. Потiм цим розчином направляють систему охолодження. В процесi експлуатацiї двигунiв iнодi виникає витiкання або випаровування розчину. В таких випадках слiд пам'ятати, що при витiканнi охолодної рiдини в систему доливають розчин антинакипину, а при випаровуваннi — чисту воду.

Що ж треба робити, коли в системi охолодження двигуна вже утворився накип? Розроблено досить засобiв для видалення накипу. Проте досягти добрих результатiв очистки не завжди вдається. Способи видалення накипу подiляють на лужнi й кислотнi. Основним iнгредиентом у лужних речовинах є каустична, або кальцинована, сода. Основним недолiком цих речовин є те, що вони спричиняють корозiю алюмiнiєвого сплаву головки цилiндрiв, латунних трубок радiатора i мiсць спаювання їх. Iнодi для видалення накипу застосовують соляну кислоту, але вона спричиняє сильну корозiю металу. Всi цi засоби потребують неухильного додержання заходiв технiки безпеки.

Для iндивiдуальних автомобiлiв можна рекомендувати для видалення накипу «Автоочисник накипу» i «Автоочисник-II накипу». «Автоочисник накипу» має два компоненти: порошок i рiдину. Порошок — сумiш хiмiчних матерiалiв, якi розкладають i розчиняють накип. Рiдина — iнгiбiтор корозiї для захисту металiв. Накип видаляють протягом 5...6 год при працюючому двигунi i знятому термостатi (якщо це дозволяє конструкцiя) в умовах нормальної експлуатацiї автомобiля.

«Автоочисник-II накипу» видаляє накип за 2 год. Пiсля закінчення очистки i видалення розчину систему охолодження треба промити чистою водою протягом 20...30 хв. Зливальнi краники вiдкривають перед початком промивання, щоб виключити закупорку їх шматочками накипу, якi вiдскочили вiд стiнок.

### 7.3. Запобігання утворенню корозії деталей у системі охолодження

При експлуатації двигунів великої шкоди завдає корозія деталей, які омиваються охолодною рідиною, внаслідок чого передчасно стають непридатними гільзи циліндрів, блоки, водяні насоси, головки блока і трубопроводи. Це пояснюється тим, що в воді є різні солі, які сприяють і прискорюють корозійні процеси. Хлориди і сульфати кальцію, магнію і натрію, що є в охолодній воді, посилено руйнують метал.

Дошова і дистильована вода дуже активно вбирає кисень і вуглекислий газ, які посилюють корозію. Особливо агресивні води трапляються в районах півдня України, Середньої Азії, Уралу, Сибіру та ін. Не рятує названі вище деталі від корозії навіть антикорозійне покриття, яке само руйнується в результаті кавітації, що виникає при циркуляції рідини в системі охолодження. Ділянки деталей із «змитим» антикорозійним покриттям стають осередками поширення корозії і зазнають інтенсивного руйнування. Продукти окислення металу забивають систему охолодження і, маючи абразивні властивості, швидко роблять непридатними валики і текстолітові ущільнення водяних насосів.

Знизити шкідливу дію корозії на деталі двигуна можна, використовуючи як присадки до рідини, що заливається в систему охолодження, *емульсол Э-1 (А)* або *Э-2 (Б)*. Для цього в систему охолодження заливають чисту воду (будь-якої жорсткості), пускають двигун і прогрівають до температури 50...60 °С. Потім при працюючому двигуні в горловину радіатора заливають емульсол (1 л на 50...60 л води). Емульсол розчиняється у воді, утворюючи емульсію молочно-білого кольору. Циркулюючи в системі охолодження, емульсія покриває тонкою маслянистою плівкою всю поверхню деталей, що омиваються, і захищає їх від корозії та відкладання на них накипу.

Якщо в двигун уперше заливають емульсол, то після його прогрівання (не нижче як до 50 °С) зливають рідину разом із осадом і заливають чисту воду. Знову прогрівають двигун, добавляють емульсол до нормальної пропорції і постійно працюють на емульсії. У холодну воду емульсол добавляти не можна.

Додавання емульсолу до охолодної рідини створює сприятливіший температурний режим роботи поршневої групи, внаслідок чого зменшується її спрацьовування. Емульсол як присадку до охолодної рідини можна використовувати для двигунів усіх моделей.

Ефективним сповільнювачем корозії деталей системи охолодження є також *інгібіруване масло НГ-203А*, яке добавляють у воду (1,0...1,5 % за об'ємом). Це масло утворює на поверхнях металу, що омиваються, тонку захисну плівку, яка перешкоджає стиканню металу з киснем і вуглекислим газом, зменшує кавітацію і можливість утворення мікроелементів. Тонка адсорбована плівка не дає утворюватись

накипу. Розчинна у воді частина масла нейтралізує агресивні речовини, які є у воді, зменшує її потенціальну агресивність. При непрацюючому двигуні частина масла спливає на поверхню води у вигляді тонкого шару, який запобігає насиченню води киснем і вуглекислим газом із повітря (аерація). Крім того, масло НГ-203А — ефективний інгібітор для чорних і кольорових металів.

Задовільні результати в захисті деталей системи охолодження від корозії можуть бути досягнуті при систематичному введенні у воду 0,5...1,0 % *калієвого, натрієвого або літієвого хромпіку* та ін.

Незалежно від усіх викладених методів сповільнення або попередження корозійного руйнування, а також утворення накипу в процесі експлуатації автомобілів треба зводити до мінімуму втрати води, оскільки при кожному новому доливанні або заповненні разом з водою у систему охолодження потрапляють солі, кисень, вуглекислий газ та інші сполуки.

#### **7.4. Захист системи охолодження від заморожування**

Щоб захистити систему охолодження від заморожування, забезпечити надійну експлуатацію і можливість тривалої стоянки автомобіля при низьких температурах, застосовують спеціальні *низькозамерзаючі охолодні рідини* (антифризи) типу «Тосол-А» (концентрат), «Тосол А-40», «Тосол А-65». Вони являють собою суміш основи (етиленгліколь) із включенням антикорозійних і антиспінуючих присадок. Співвідношення в рідині основи і води визначає температуру її застигання, яка входить у позначення антифризу як цифровий матеріал. Основа антифризу має вищу температуру кипіння, ніж вода. У зв'язку з цим у процесі нормальної експлуатації із системи охолодження, заправленої антифризом, відбувається природна втрата води внаслідок випаровування. Найбільше поширений «Тосол А-40», який складається з 44 % води і 56 % етиленгліколю, замерзає при  $-40^{\circ}\text{C}$ , має голубий колір. Етиленгліколеві рідини отруйні. Тому треба додержувати заходів обережності при поводженні з ними. Коли вони потрапляють на шкіру, місця ураження треба старанно промити теплою водою с милом.

Один раз заправлена охолодна рідина, як правило, міститься в системі охолодження без заміни протягом усього сезону експлуатації. При зниженні її рівня внаслідок випаровування в етиленгліколову рідину доливають дистильовану або дуже м'яку воду.

При експлуатації автомобілів іноді може виникнути значна втрата антифризу. У таких випадках треба з системи охолодження злити 1...2 л рідини в чисту посудину і, профільтрувавши через паперовий або тканинний фільтр, залити цю рідину (або частину її) у скляну по-

судину і виміряти густину ареометром. Температуру рідини треба виміряти термометром із точністю поділки не менш як 1 °С.

Коли густину антифризу визначають не при температурі +20 °С, її значення  $\gamma^{20}$  перераховують на +20 °С за формулою

$$\gamma^{20} = \gamma^t + k(t - 20^\circ),$$

де  $\gamma^t$ — дійсна густина випробовуваного антифризу при температурі випробування;  $k$  — середня температурна поправка густини;  $t$  — температура випробування, °С.

Нижче наводиться температурна поправка густини:

|                       |             |             |             |             |             |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Дійсна густина        | 1,00...1,01 | 1,02...1,03 | 1,04...1,05 | 1,06...1,07 | 1,08...1,09 |
| Температурна поправка | 0,000502    | 0,000476    | 0,000450    | 0,000424    | 0,000398    |

Залежно від густини орієнтовна температура застигання антифризу показана на рис. 7.6.

У разі високої густини суміш розводять водою, при низькій густині розчин зміцнюють «Тосолом А-40» або концентрованим «Тосолом-А», чи замінюють свіжим. Температури замерзання —40 °С відповідає

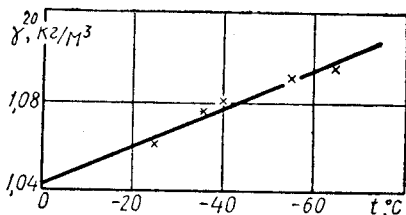


Рис. 7.6. Залежність температури застигання антифризу від його густини

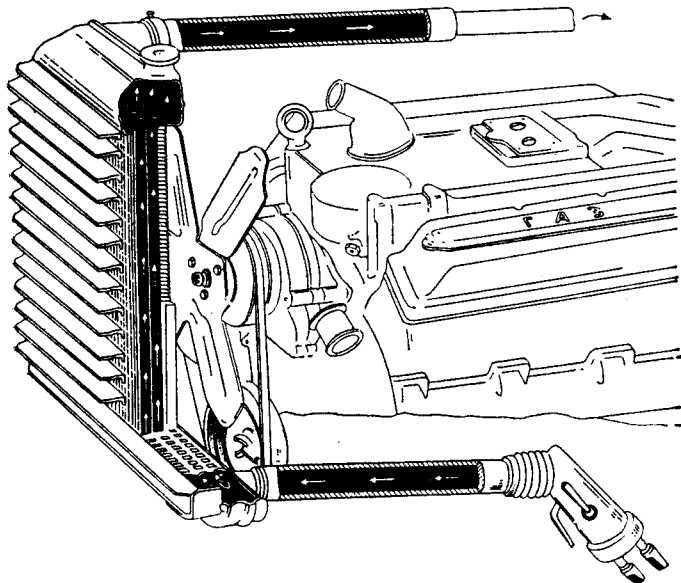


Рис. 7.7. Промивання водяного радіатора

густина низькозамерзаючої рідини «Тосол А-40», що дорівнює 1,075... 1,085 г/см<sup>3</sup>.

З часом антифриз змінює колір і дуже каламутніє, що є сигналом для його заміни. Перед заправлянням системи охолодження новим антифризом її треба старанно промити. Водяну сорочку двигуна і радіатор промивають окремо. Якщо немає ознак утворення великої кількості накипу, то систему можна промивати, не знімаючи радіатор, як показано на рис. 7.7.

На верхній і нижній патрубках радіатора надівають спеціальні шланги. Промивають у напрямі, зворотному циркуляції. До нижнього шланга підводять воду і повітря за допомогою спеціального пістолета. Горловину радіатора закривають пробкою, наповнюють його водою, а потім обережно пускають стиснуте повітря (тиск не більш як 0,1 МПа, щоб не пошкодити радіатор). Шлам, іржа і пухка частина накипу разом із водою і повітрям викидається через шланг, приєднаний до верхнього патрубка. Так само промивають водяну сорочку двигуна при знятому термостаті і відкритих, а ще краще — викручених краниках.

Після виконання названих процедур систему охолодження можна заправляти антифризом. Перед цим її треба скласти в установленому порядку. Заправивши систему охолодження, її старанно перевіряють на герметичність. Слід мати на увазі, що антифриз має велику проникаючу здатність, і в процесі експлуатації там, де було підтікання, з'явиться теча. Перевірку бажано робити після прогрівання двигуна.

Для великих автотранспортних підприємств можна рекомендувати комплект устаткування для приготування антифризу, заправлення ним системи охолодження двигунів і коректування його складу. До комплекту входять установка для приготування антифризу і прилад для визначення температури замерзання антифризу. Установка для приготування антифризу (рис. 7.8) змонтована на каркасі 1. Баки для води 6, етиленгліколю 9, для змішування води з етиленгліколем 3 і для готового антифризу 7 мають мірні стекла 8.

Із водопровода вода подається в бак 6 через кран 5. Етиленгліколь по шлангу 11 закачують

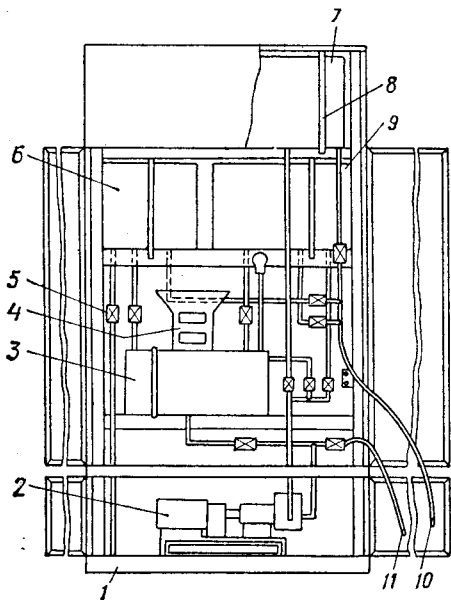


Рис. 7.8. Установка для приготування антифризу

Рис. 7.9. Прилад для визначення температури замерзання антифризу

у бак 9 насосом 2. Етиленгліколь і вода надходять у бак 3. Через дозатор 4 засипають потрібну кількість декстрину і динатрійфосфату. Після перемішування і перевірки густини антифриз перекачують у бак 7. По шлангу 10 готовий антифриз заливають у систему охолодження двигунів.

Прилад для визначення температури замерзання антифризу показаний на рис. 7.9. На один кінець скляної трубки 1 надіта гумова груша 8, на другий — запірний кран 12 з трубкою 13. У середині трубки розміщений гідрометр 2, а ззовні переміщується пересувна втулка 4 з вікнами 5.

Уздовж одного з вікон рухомої втулки нанесені шкали температури замерзання розчину 6 за показаннями гідрометра і температурних поправок 7, нульова позначка якої відповідає  $+20^{\circ}\text{C}$ . Поправки вище від нульової позначки мають знак мінус, нижче — плюс. У решти вікон рухомої втулки ліворуч нанесена шкала 9 скоректованої температури замерзання розчину, а праворуч — шкала 10 компонентів розчину для різних моделей автомобілів. Нульова позначка шкали розміщена на рівні  $-40^{\circ}\text{C}$ . Вище від нульової позначки зазначена кількість етиленгліколю, а нижче — кількість води, яку треба вводити у розчин при коректуванні його густини.

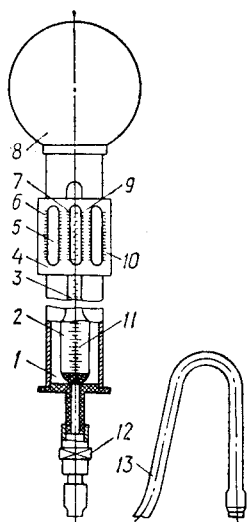
Приладом користуються так. Набирають антифриз у скляну трубку з розширювального бачка системи охолодження. По шкалі 11 гідрометра визначають температуру. Якщо вона дорівнює  $+20^{\circ}\text{C}$ , то температуру замерзання розчину зчитують по шкалі 3. При іншій температурі розчину температуру замерзання обчислюють по шкалах 6 і 7 у такій послідовності: по шкалі 11 гідрометра визначають температуру контрольованого розчину, суміщують позначку добутої температури на шкалі 6 із рівнем рідини в трубці і по шкалі 7 визначають поправку до показань гідрометра.

Температуру замерзання обчислюють за формулою

$$T = T_0 + \Delta T,$$

де  $T_0$  — температура замерзання по шкалі 3 гідрометра;  $\Delta T$  — поправка до показань гідрометра, що визначається по шкалі 7.

Кількість води й етиленгліколю визначають по шкалах 9 і 10 рухомої втулки. Повертаючи рухому втулку, суміщують позначку дійсного значення температури замерзання розчину (шкала 9) з рівнем рідини в скляній трубці і по шкалі 10 визначають, скільки розчину





треба злити з системи охолодження, а також скільки компонентів (води й етиленгліколю) слід додати в систему, щоб мати потрібну густину антифризу в системі охолодження двигуна.

### Контрольні запитання

1. Які причини утворення нагару в циліндрах двигуна і як його видалити?
2. Які наслідки перегрівання і переохолодження двигуна?
3. Які роботи виконують при ТО системи охолодження двигуна?
4. Які причини утворення накипу в системі охолодження двигунів і як йому запобігти?
5. Як можна видалити накип із системи охолодження двигуна?
6. Які причини утворення корозії деталей системи охолодження двигуна і як їй запобігти?
7. Як захистити систему охолодження двигуна від заморожування?
8. Як готують антифриз на автотранспортних підприємствах?

## Глава 8

### КОНТРОЛЬНО-ДІАГНОСТИЧНІ, РЕГУЛЮВАЛЬНІ, КРІПІЛЬНІ ТА ІНШІ РОБОТИ В СИСТЕМІ ЖИВЛЕННЯ ДВИГУНА

#### 8.1. Загальні відомості

Технічний стан приладів системи живлення і якість застосовуваного пального безпосередньо впливають на такі показники роботи автомобіля, як потужність, економічність, можливість швидкого запуску двигуна, його надійність, а також на рівень токсичності відпрацьованих газів.

Надійність системи живлення в основному визначається тим, якою мірою кількість, склад і якість пальної суміші відповідає режимам роботи двигуна.

*Зміна складу пальної суміші значно впливає на потужність і економічність двигуна, його прийомистість. У міру збільшення коефіцієнта надлишку повітря зменшується час розганання. На бідних сумішах швидко погіршується прийомистість. Збагачена суміш збільшує інтенсивність спрацьовування внаслідок конденсації пального на стінках циліндрів й ослаблення масляної плівки в результаті розрідження масла паливом.*

Для характеристики пальної суміші важливе не тільки *кількісне співвідношення між паливом і повітрям*, а й *стан пального в суміші*. Чим краще розпилене паливо і рівномірніше розподілена суміш по циліндрах двигуна, тим краща якість суміші й ефективніша робота двигуна. Нерівномірне переміщення пального і повітря і нерівномірний розподіл суміші між циліндрами двигуна погіршують антидетона-

дійні властивості двигуна, знижують економічність, призводять до нестійкої роботи при малих навантаженнях і на холостому ходу. У високофорсованих двигунів нерівномірний розподіл суміші може спричинити порушення робочого процесу в деяких циліндрах і вихід із ладу деталей, наприклад перегрівання клапанів і задири поршнів. Нерівномірність складу суміші в циліндрах пояснюється краплино-подібним станом частини пального у впускному трубопроводі на режимі холостого ходу і при роботі двигуна з переохолодженням.

При згорянні суміші в порожнині камери згорання на невеликих обертах двигуна і малих навантаженнях утворюється нагар. Цей процес залежить також від якості пального.

Застосування бензинів, які були на зберіганні, обсмолює деталі приладів для подачі пального в систему живлення двигунів. Це пояснюється тим, що при зберіганні бензину зростає вміст у ньому смол. Особливо швидко обсмолюється бензин при частковому заповненні бака. Якщо кількість смол у бензині перевищує 20 мг на 100 мл, то відбувається досить швидко обсмолення бензинопроводів і бензинових фільтрів, можливе навіть залипання клапанів бензинового насоса. Внаслідок зменшення перерізу жиклерів карбюратора порушується склад пальної суміші. При великому вмісті смол може статись зависання клапанів.

Зміна технічного стану системи живлення при експлуатації пов'язана також із тим, що повітряні і паливні фільтри поступово засмічуються, погіршується очистка повітря і палива; внаслідок засмічення і порушення регулювань у карбюраторі змінюється склад пальної суміші на різних режимах роботи двигуна.

Від *чистоти палива* багато в чому залежить надійність роботи паливоподавальних механізмів дизельних двигунів. Тому одне з головних завдань профілактики системи живлення дизелів — старання фільтрація палива і підтримання у справному стані усіх фільтрів системи.

*Зміна стану соплових отворів розпилювача форсунки*, яка призводить до порушення якості розпилення палива, впливає на надійність і економічність дизелів. Характерна несправність розпилювачів — засмічення їх міцними коксовими відкладеннями, які знижують пропускну здатність розпилювача. Закоксовання отворів настає в основному внаслідок підтікання палива з розпилювачів, коли несправна клапанна система або в результаті роботи двигуна при зниженому тиску впорскування. Найчастіше це буває при тривалій роботі двигуна на малих обертах холостого ходу, а також при малій частоті обертання колінчастого вала ( $1000 \dots 1200 \text{ хв}^{-1}$ ) у повному навантаженні (з повною віддачею палива). Негативні наслідки спрацьовування соплових отворів або їх закоксованості потребують періодичної перевірки їхнього стану й очистки.

Наведені дані показують, що *основна мета обслуговування системи живлення — забезпечення надійної подачі в циліндри двигуна потрібної кількості пальної суміші необхідного складу і якості.*

## **8.2. Загальне діагностування системи живлення**

Для визначення паливної економічності автотранспортних засобів враховують: контрольну витрату палива; витрату палива у магістральному циклі на дорозі, в міському циклі на дорозі і на стенді; паливну характеристику усталеного руху; паливно-швидкісну характеристику на магістрально-пагорбистій дорозі. Автомобіль, призначений для випробувань, повинен відповідати вимогам технічної документації на автомобіль, затвердженої в установленому порядку.

Під час стендових випробувань проводять також *перевірку якості робочого процесу щодо аналізу складу відпрацьованих газів* за допомогою газоаналітичної апаратури. Поряд із охороною природи застосування таких приладів у технологічному процесі ТО і ремонту автомобілів зменшує витрату палива і сприяє здобуттю оптимальної потужності двигуна.

Для визначення вмісту CO дуже поширені *прилади, які визначають кількість теплоти від згоряння CO* на каталітично активній платиновій спіралі. До об'єму газу, взятого для аналізу, в певному співвідношенні подають чисте атмосферне повітря. Відпрацьовані газу спалюють, нагріваючи платинову нитку. Підвищення їхньої температури в цей час за певних умов пропорційне вмісту CO у відпрацьованих газах. До таких приладів належать вітчизняний індикатор моделі И-СО, прилад «Елкон-S-100» (Угорщина) та деякі інші газоаналізатори, вмонтовані у мотор-тестори. Точність вимірювання у цих приладів недостатня для кваліфікованих досліджень токсичності відпрацьованих газів. Їх можна використовувати тільки при регулюванні системи живлення.

Іншу групу приладів називають *альфамерами*. До них відносять газоаналізатори, принцип роботи яких пов'язаний із зміною теплопровідності відпрацьованих газів ( $\text{CO}_2$  і  $\text{H}_2$ ). У приладах цього типу частину газу пропускають над нагрітим платиновим дротом. Водночас із цим через інший нагрітий платиновий дріт пропускають повітря. Порівняння температур охолодження обох дротів дає змогу мати уявлення про вміст CO у відпрацьованих газах. Точність розглянутих приладів також невисока, однак достатня для регулювання системи живлення двигуна.

Прилади працюють так. На багатих сумішах у відпрацьованих газах двигуна є багато  $\text{H}_2$ , що має великий коефіцієнт теплопровідності. У платиновій нитки водень інтенсивно забирає теплоту, спричиняючи підвищення її опірності і збільшення сили струму у вимірювальній

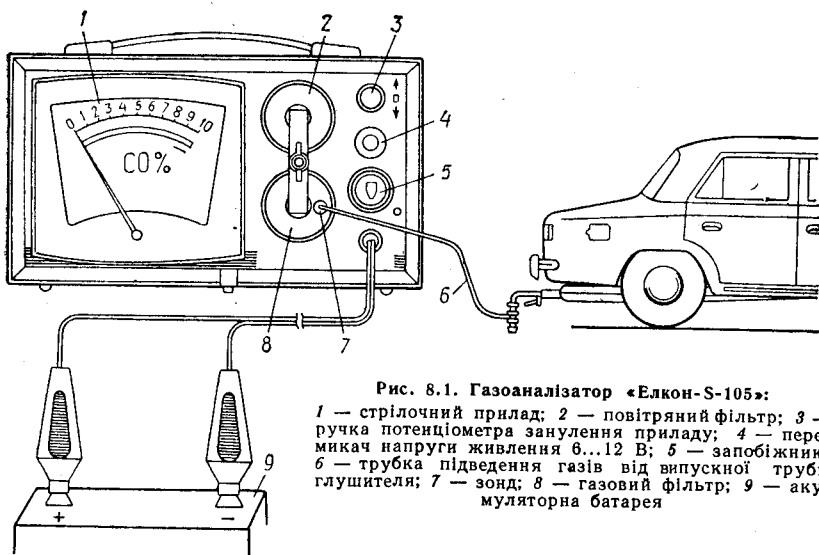


Рис. 8.1. Газоаналізатор «Елкон-S-105»:  
 1 — стрілочний прилад; 2 — повітряний фільтр; 3 — ручка потенціометра занулення приладу; 4 — перемикач напруги живлення 6...12 В; 5 — запобіжник; 6 — трубка підведення газів від випускної труби глушителя; 7 — зонд; 8 — газовий фільтр; 9 — акумуляторна батарея

системі. Альфамери можна застосовувати для непрямої оцінки вмісту CO у відпрацьованих газах. Це найпростіший клас вимірювальної техніки. Основні з них — альфамери AST-70 і AST-76 (РП), деякі прилади, вмонтовані у мотор-тестери.

Тепер дуже поширені точніші *газоаналізатори*, що працюють за принципом інфрачервоного випромінювання. Дія таких газоаналізаторів ґрунтується на принципі вибіркового поглинання інфрачервоного проміння у певних ділянках довжин хвиль (інфрачервоне випромінювання — це частина електромагнітного спектра в діапазоні довжин хвиль 2...8 мкм). У зарубіжній літературі такий принцип позначають літерами ND/R. CO поглинає інфрачервоне проміння з довжиною хвилі 4,7 мкм, а CO<sub>2</sub> — 4,3 мкм. За цим принципом працюють вітчизняні стаціонарні газоаналізатори моделі ОА-2109 для аналізу CO і моделі ОА-2209 для аналізу CO<sub>2</sub>. Переносний прилад ГАИ-1 дає змогу контролювати вміст CO у відпрацьованих газах у дорожніх умовах. В АТП широко застосовують газоаналізатор «Елкон-S-105» (ВР) (рис. 8.1) для вимірювання вмісту CO у відпрацьованих газах двигунів. Принцип його роботи ґрунтується на недисперсній інфрачервоній адсорбції. Це прилад неперервної дії. Діапазон вимірювання становить 0...8 %, похибка — менш як 5 %. Прилад настроєний на діапазон адсорбції CO з довжиною хвилі 4,66 мкм. За точністю, надійністю роботи й габаритними розмірами він відповідає міжнародним вимогам.

В умовах автотранспортних підприємств токсичність відпрацьованих газів перевіряють також переносним приладом «Абгаз-Інфраліт»

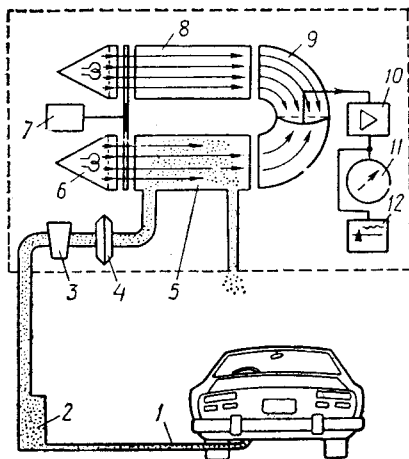


Рис. 8.2. Газоаналізатор «Абгаз-інфраліт»:

1 — газовідбірний зонд; 2 — віддільник конденсату; 3 — фільтр; 4 — мембранний насос; 5 — робоча камера; 6 — джерело інфрачервоного випромінювання; 7 — обтюратор з електродвигуном; 8 — камера згоряння; 9 — приймач випромінювання; 10 — підсилювач; 11, 12 — відповідно стрілочний і реєструючий прилади

(рис. 8.2), який працює за принципом поглинання різними газовими компонентами інфрачервоного випромінювання з певною довжиною хвилі. Принцип роботи газоаналізатора такий. Два джерела 6 інфрачервоного випромінювання через параболічні лінзи й обтюратор 7 створюють пучок, напрямлений у робочу камеру 5 і камеру порівняння 8, заповнену повітрям, яке не поглинає інфрачервоного випромінювання. У робочій камері газ проходить під дією мембранного насоса 4 і поглинає з загального спектра інфрачервоне випромінювання з довжинами хвиль 4,7 мкм. У приймач випромінювання 9 надходять два потоки різної інтенсивності. Чутлива мембрана приймача, яка розділяє його камери, сприймає різницю тисків двох потоків випромінювань, прогинаючись у бік меншого тиску. Переміщення мембрани сприймається підсилювачем і далі передається в стрілочний (індикаторний) і записуючий прилади.

Токсичність відпрацьованих газів перевіряють у двох режимах холодостого ходу двигуна і при різкому відкритті дросельних заслінок карбюратора.

У наукових дослідженнях для підвищення точності визначення концентрації CO застосовують ще один метод вимірювання — *флуоресцентним недисперсним інфрачервоним випромінюванням*. Визначити вміст CO з більшою точністю дає змогу метод спільного вимірювання CO і CO<sub>2</sub> у відпрацьованих газах. На цьому методі ґрунтується робота втіजनеного приладу ГАИ-2 і газоаналізатора «Інфраліт-211», які призначені для неперервного кількісного аналізу вмісту CO і CO<sub>2</sub> у відпрацьованих газах автомобілів в умовах АТП.

У відпрацьованих газах є також багато різних вуглеводнів (СН). Вміст їх контролюють за допомогою недисперсних інфрачервоних випромінювань. Кількість СН перераховують на легкий вуглеводень — *n*-гексан. Це найпростіший спосіб. Він надійний у роботі і має достатній ступінь точності для практичного застосування.

Є прилади, в одному з яких змонтовані пристрої для визначення вмісту CO і СН. До таких приладів можна віднести японські газоаналізатори «Рікен» РІ-503 А, UREX-201 та ін.

Газоаналізатор «Рікен» Р1-503 А має дві шкали. Шкала СО нижнього діапазону відповідає 0...2 % вмісту СО у відпрацьованих газах, а шкала високого діапазону — 0...10 %. Вуглеводні оцінюють по трьох шкалах: низький діапазон 0...500 млн<sup>-1</sup>, середній 0...2000 і високий 0...5000 млн<sup>-1</sup>.

Робота газоаналізатора UREX-201 ґрунтується на інфрачервоному випромінюванні. Прилад має стрілочну індикацію з великогабаритною шкалою. Діапазон вимірювання СН — 0...800 ррм (низький діапазон) і 0...2000 ррм (високий діапазон); СО — 0...5 % (низький діапазон) і 0...10 % (високий діапазон).

З науковою метою і при кваліфікаційних випробуваннях застосовують точний і інформативний *полум'яно-іонізаційний метод F/D* оцінки токсичності відпрацьованих газів. F/D використовують в основному для визначення сумарної кількості СН у відпрацьованих газах. Ця апаратура не чутлива до вмісту в них СО<sub>2</sub> і пари Н<sub>2</sub>О. Це й забезпечує вищий ступінь точності.

Слід пам'ятати, що визначення загального вмісту СН у відпрацьованих газах — одне з складних завдань через наявність у них СН з високою молекулярною вагою, тобто з високою точкою кипіння. Тому проба газу, який аналізують, має бути у вимірювальній системі при підвищеній температурі, щоб запобігти конденсації СН на внутрішніх стінках трубопроводів. Проте інтенсивність підігрівання не повинна змінювати вигляду і складу СН.

Щоб порівняти вміст СН у відпрацьованих газах, вимірний різними методами — ND/R або F/D, треба вводити поправочні коефіцієнти. Результати вимірювання вмісту СН за методом F/D у 1,8...2,2 раза більші, ніж за методом ND/R у перерахунку на *n*-гексан. Крім цього, метод F/D як робоче тіло потребує каліброваної суміші водню з азотом, що створює певні організаційні труднощі.

Крім розглянутих шкідливих речовин у відпрацьованих газах автомобільних двигунів визначають і інші сполуки. Найбільш поширеними з них є *оксиди азоту* NO і NO<sub>2</sub>. Співвідношення цих компонентів залежить від коефіцієнта надлишку повітря, часу, що минув з моменту збирання відпрацьованих газів до початку аналізу, та наявності інших компонентів, які є у відпрацьованих газах.

Тепер найбільш прогресивним методом визначення вмісту NO<sub>x</sub> є *збудження хімлюмінесценції в інфрачервоній ділянці* за допомогою реакції окислення NO<sub>x</sub> з наступним визначенням її інтенсивності. Суть методу полягає в тому, що реакція окислення NO<sub>x</sub> відбувається в атмосфері озону з виділенням променистої енергії світлового спектра. Кількість виділеної енергії пропорційна вмісту NO<sub>x</sub> в аналізованій пробі газу. В сучасних приладах час аналізу близько 1 с, а їхня точність — близько 1 % всієї шкали.

Токсичність відпрацьованих газів двигунів можна визначити також за допомогою *портативного газовіддільника ГХСО-5*. Його дія ґрунту-

Таблиця 8.1

| $G_{в.г.}$ дм <sup>3</sup> /с | $K_{доп.}$ %<br>не більше | $G_{в.г.}$ дм <sup>3</sup> /с | $K_{доп.}$ %<br>не більше |
|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| До 42 включно                 | 60                        | До 150 включно                | 39                        |
| 50                            | 56                        | 175                           | 37                        |
| 75                            | 50                        | 200                           | 35                        |
| 100                           | 45                        | Понад 200                     | 34                        |
| 125                           | 41                        |                               |                           |

Примітки: 1. Проміжні значення визначають інтерполюванням.

2. Димність на режимі вільного прискорення не повинна перевищувати гранично допустиму норму димності, встановлену для конкретного типу дизеля на усталеному режимі. Для двигунів із системою газотурбінного наддування димність на режимі вільного прискорення не повинна перевищувати граничні норми, встановлені в таблиці для частоти обертання, при якій димність досягає максимального значення, виміряного при випробуваннях на усталеному режимі, більш ніж на 10 % в одиницях фізичних величин шкали приладу.

3. Коли у вимірювальному приладі є шкала, виражена в показниках коефіцієнта поглинання  $K_p$ , значення димності переводять у значення коефіцієнта поглинання згідно з графіком (рис. 8.3).

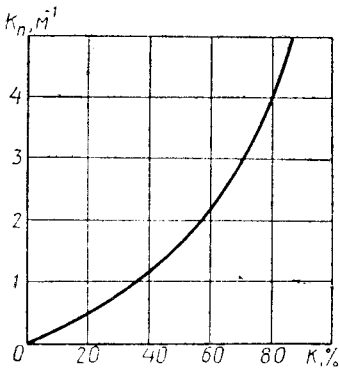


Рис. 8.3. Переведення значень димності в значення коефіцієнта поглинання

ється на лінійно-колеристичному принципі. Аналізовану газову пробу просмоктує аспіратор ручної дії через індикаторну трубку, заповнену спеціальним твердим пористим матеріалом, який під дією оксиду вуглецю змінює своє забарвлення. Концентрацію оксиду вуглецю (в об'ємних відсотках) визначають відразу за довжиною забарвленого шару за допомогою нанесеної на індикаторну трубку шкали.

Діагностування системи живлення дизельних двигунів за допомогою аналізу відпрацьованих газів дуже спрощується тим, що кількість найважливіших компонентів і сажі (димність), яка є у відпрацьованих газах, майже пропорційна коефіцієнту надлишку повітря. Тому на практиці для здобуття надійних результатів замість проведення газового аналізу досить визначити ступінь задимленості у відпрацьованих газах або вміст сажі.

Димність відпрацьованих газів  $K_{доп}$  автомобільних дизелів не повинна перевищувати гранично допустимих норм, зазначених у табл. 8.1 (залежно від умовної витрати відпрацьованих газів  $G_{в.г}$  при випробуванні на усталених режимах).

Умовну витрату відпрацьованих газів  $G_{в.г}$ , дм<sup>3</sup>/с, обчислюють за формулами:

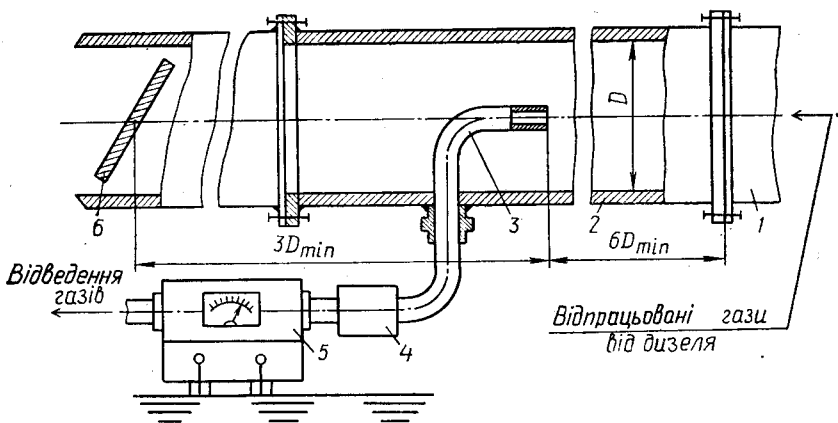


Рис. 8.4. Схема вимірювання димності відпрацьованих газів:

1 — вихлопний трубопровід дизеля; 2 — вихлопна труба випробувального стенду; 3 — газовідбірник димоміра; 4 — ресивер; 5 — вимірювальний прилад; 6 — регулювальна заслінка

для чотиритактних дизелів

$$G_{в.г} = V_h n / 2;$$

для двотактних дизелів

$$G_{в.г} = V_h n,$$

де  $V_h$  — робочий об'єм циліндра дизеля,  $\text{дм}^3$ ;  $n$  — частота обертання колінчастого вала, виміряна при випробуванні,  $\text{с}^{-1}$ .

Димність відпрацьованих газів вимірюють на режимах зовнішньої швидкісної характеристики від максимальної частоти обертання до більшої з двох:  $0,45n_{\text{max}}$  або  $16,7 \text{ с}^{-1}$ , при цьому димність вимірюють не менше, ніж шість разів через однакові інтервали частот обертання, включаючи режим максимального крутного моменту і вільного прискорення.

Для дизелів, що мають наддування, яке відключається, або перепускний клапан, димність відпрацьованих газів вимірюють при включених і виключених агрегаті наддування і перепускному клапані. Як оціночний показник беруть більше з двох вимірних значень.

Різниця результатів вимірювань не повинна перевищувати 4 % в одиницях фізичних величин шкали приладу. Проміжок між послідовними вимірюваннями не повинен перевищувати 1 хв. Результатом вимірювання беруть середнє арифметичне значення трьох вимірювань.

Схема вимірювання димності відпрацьованих газів наведена на рис. 8.4.

Вміст сажі у відпрацьованих газах можна визначити відфільтруванням частинок сажі, які утворюють видимий дим. Для цього зондом беруть потрібну кількість газу й пропускають його через паперовий



фільтр. Сажа утворює на фільтрі сіру або чорну пляму, яку оцінюють за шкалою чорноти. Колір еталона збігається з кольором плями сажі, що утворилась при відфільтруванні продуктів згоряння, які містять максимально допустиму кількість сажі. Для визначення вмісту сажі у відпрацьованих газах треба вмістити паперовий фільтр під шкалу і порівняти кольори через отвори в еталоні. Відбирання проб відпрацьованих газів роблять протягом 1 с при повній подачі палива і максимальній кількості обертів.

При загальному діагностуванні системи живлення карбюраторних двигунів слід мати на увазі, що склад відпрацьованих газів залежить не тільки від якості пальної суміші, а й від роботоздатності системи запалювання. Тому остаточно дійти висновку про справність системи живлення можна тільки після діагностування системи запалювання.

### 8.3. Поелементне діагностування системи живлення карбюраторних двигунів

У системі живлення карбюраторних двигунів перевіряють такі прямі (структурні) діагностичні параметри: питому витрату палива через жиклери; рівень палива у поплавковій камері карбюратора; продуктивність паливного насоса; тиск палива після насоса; забрудненість повітроочисника.

*Рівень палива у поплавковій камері* перевіряють на спеціальному приладі або прямо на двигуні. Для перевірки рівня палива використовують принцип сполучених посудин. Замість пробки під одним із жиклерів вкручують штуцер з гумовою трубкою, яка з'єднана з контрольною скляною трубкою (рис. 8.5). Відстань від площини розняття поплавкової камери до рівня палива в скляній трубці дорівнює висоті рівня палива у поплавковій камері. Для вітчизняних автомобілів рівень палива міститься нижче від площини розняття карбюратора на 15...21 мм (залежно від моделі карбюратора). Деякі карбюратори мають оглядові пристрої для перевірки рівня палива у поплавковій камері. Цей рівень регулюють зміною кількості регульованих прокладок під сідлом голчастого клапана або підгинанням язичка на важелці поплавка (залежно від моделі карбюратора).

*Пропускну здатність жиклерів* визначають не менше одного разу на рік, а при перевитраті палива — під час чергового ТО. Її вимірюють кількістю дистильованої води (у см<sup>3</sup>), яка протікає через дозуючий отвір жиклера за одну хвилину під напором

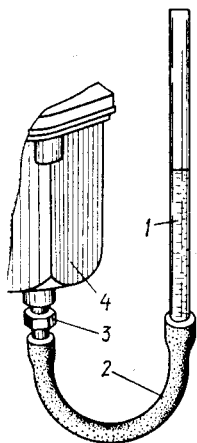


Рис. 8.5. Перевірка рівня палива в поплавковій камері карбюратора: 1 — скляна трубка; 2 — гумова трубка; 3 — штуцер; 4 — карбюратор

водяного стовпа заввишки  $(1 \pm 0,002)$  м при температурі води  $(20 \pm 1)$  °С. Перевіряють (тарують) жиклери на приладах, які за принципом зміни кількості води поділяються на дві групи: з абсолютною і відносною змінами (рис. 8.6, а, б).

Герметичність карбюратора в цілому перевіряють на спеціальних приладах, які імітують його роботу на двигуні. Герметичність поплавка визначають, занурюючи його у воду на 30 с при температурі води 80...90 °С. Якщо поплавок несправний, із нього виходитимуть пухирці повітря. Коли герметичність поплавка не можна усунути паянням, його замінюють.

Герметичність голчастого клапана перевіряють на вакуумному приладі (рис. 8.7). Для цього в корпусі за допомогою трійника або перехідної муфти встановлюють голчастий клапан, складений із гніздом, і, переміщуючи поршень, створюють розрідження. При цьому рівень водяного стовпа знижується. Герметичність клапана вважають задовільною, якщо зниження стовпа води на висоті 1 м над рівнем води в бачку за 30 с не перевищить 10 мм. При більшому зниженні клапан треба притирати або замінити новим.

Щоб перевірити продуктивність насоса-прискорювача, карбюратор знімають з двигуна, поплашкову камеру заповнюють паливом і під отвір змішувальної камери підставляють посудину. Потім натискають на шток насоса, роблячи 10 повних ходів поршня. Після цього мензуркою вимірюють кількість палива, що витекло в посудину, і порівнюють добуті результати за таблицею з нормативними даними. Величину ходу прискорювального насоса регулюють переставлянням тяги штока в отворах важеля. На літо тягу з'єднують з отвором, який ближче до осі, встановлюючи менший хід поршня насоса.

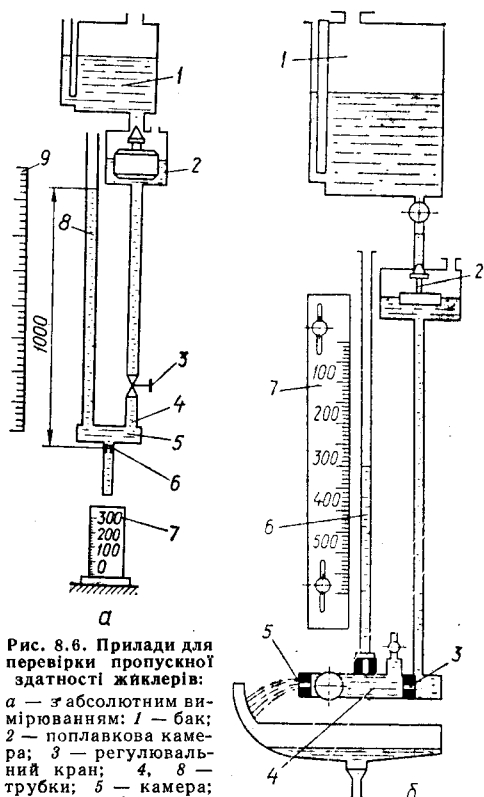


Рис. 8.6. Прилади для перевірки пропускної здатності жиклерів: а — з абсолютним вимірюванням: 1 — бак; 2 — поплашкова камера; 3 — регулювальний кран; 4, 8 — трубки; 5 — камера; 6 — випробувуваний жиклер; 7 — мензурка; 9 — шкала; б — із відносним вимірюванням: 1 — бак; 2 — поплашкова камера; 3 — калібрований отвір; 4 — камера; 5 — випробувуваний жиклер; 6 — контрольна трубка; 7 — шкала

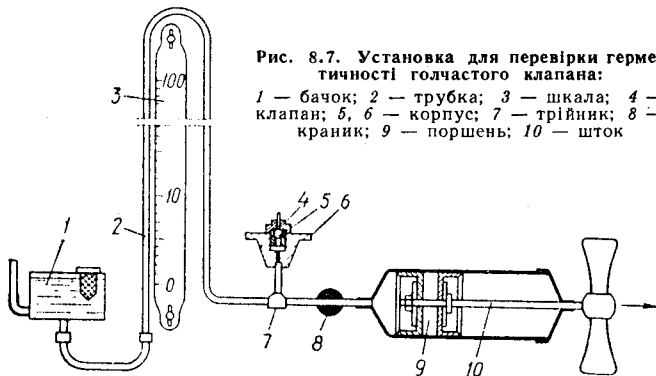


Рис. 8.7. Установа для перевірки герметичності голчастого клапана:

1 — бачок; 2 — трубка; 3 — шкала; 4 — клапан; 5, 6 — корпус; 7 — трійник; 8 — краник; 9 — поршень; 10 — шток

Пневматичні обмежники частоти обертання колінчастого вала двигуна перевіряють на спеціальному приладі за величиною натягу пружини під дією еталонного тягарця. У відцентрово-вакуумних обмежниках контролюють момент включення відцентрового датчика і герметичність його клапана. Момент включення відцентрового датчика перевіряють за допомогою приладу, який дає змогу створити в датчику потрібне розрідження, виміряти його за допомогою п'єзометра, а також забезпечити обертання ротора датчика. Регулюють прилад за допомогою гвинта пружини клапана.

Стійкість роботи двигуна на холостому ходу перевіряють на прогрітому працюючому двигуні при справних приладах запалювання, нормальних теплових зазорах клапанів і відкритій повітряній заслінці. Якщо регулювання правильне, то двигун стійко працює при  $400 \dots 500 \text{ хв}^{-1}$ . Якість регулювання перевіряють різким відкриттям дроселя і швидким закриттям його, при цьому двигун не повинен глухнути. Карбюратор на холостий хід регулюють обертанням гвинтів кількості і якості пальної суміші.

У процесі експлуатації автомобілів здійснюють також регулювання привода керування карбюратором і індивідуальне регулювання карбюратора в цілому. Привод дроселя регулюють так, щоб при відпущеній педалі і висунутій до кінця кнопці ручного керування дросель був закритий до упору, а при натисненні на педаль, яка не повинна доходити до підлоги на  $3 \dots 5 \text{ мм}$ , повністю відкривався. Ножний привод регулюють зміною довжини тяги або штовхача, а ручний — зміною довжини троса. Індивідуальне регулювання карбюратора роблять для контролю витрати палива на стендах із біговими барабанами або контрольними пробігами автомобілів у заданих умовах експлуатації. Порівнюючи витрату палива з контрольними значеннями, можна визначити стан і справність карбюратора в цілому. Обслуговуючи карбюратор, іноді доводиться його розбирати. Деталі розібраного карбюратора промивають волосяним пензлем в авіаційному бензині або ацетоні,

жиклери продувають стиснутим повітрям. Перед промиванням карбюратора, який працював на етильованому бензині, деталі треба занурити у ванну з гасом на 10...20 хв.

При *діагностуванні паливних насосів* контролюють їхню герметичність, робочий тиск і подачу спеціальними приладами, які імітують роботу паливних насосів на двигуні. Герметичність паливного насоса можна визначити за спаданням тиску після зупинки двигуна. Таке спадання спостерігають протягом не менш як 10 с. Низький робочий тиск може бути при ослабленні пружини діафрагми, нещільному приляганні клапанів насоса, а також при засміченні бензопроводів і відстійника. Несправні клапани, діафрагми, прокладки замінюють новими. Після усунення несправностей повторно перевіряють робочий тиск і продуктивність паливних насосів. Їх значення повинні відповідати рекомендаціям заводів-виготовлювачів. Наприклад, для паливних насосів автомобілів ЗІЛ-130 робочий тиск має бути 0,02...0,03 МПа, а подача — 140 л/год.

*Повітряний фільтр* очищає повітря, яке потрібне для роботи двигуна. Коли автомобіль рухається, двигун середнього літражу споживає за 1 хв близько 3...5 м<sup>3</sup> повітря. Вміст пилу в повітрі залежить від сезону та місцевості експлуатації, а також від умов руху автомобіля. Потрапляння пилу в циліндри спричиняє прискорене спрацьовування поршневих кілець, поршнів, циліндрів та інших деталей двигунів. Наприклад, при роботі в пустельній місцевості двигуни з стандартними повітряними фільтрами виходять з ладу в 2...2,5 раза швидше, ніж у середній смузі країни. Засмічення повітряного фільтра пилом також призводить до зниження потужності двигуна, порушення складу пальної суміші і, отже, до перевитрати палива.

Фільтр треба періодично чистити і знову заправляти маслом. У разі сильної запиленості щодня промивають повітроочисник. Узимку, весною і восени фільтр очищають і заправляють свіжим маслом у міру потреби (звичайно при ТО-2). Для цього його знімають і зливають масло, потім промивають фільтруючий елемент у чистому гасі або бензині і просушують повітрям. Далі фільтруючий елемент змочують чистим маслом для двигуна, а в корпус фільтра заливають свіже масло до встановленого рівня. Якщо двигун працює в умовах низьких температур (20...—40 °С), у фільтр заливають рідину для амортизаторів, яка має низьку температуру застигання, а при температурі нижче —40 °С до амортизаційної рідини додають гас (не більше 20 %). Двигун запускають через 10...15 хв після складання фільтра, коли зайве масло стече з сітки фільтруючого елемента.

*Фільтр-відстійник* перевіряють на герметичність, промивають в неетильованому бензині і періодично зливають відстій.

*Паливні баки і паливopроводи* перевіряють на герметичність. Два рази на рік зливають із бака відстій. Один раз на рік бак промивають гарячою водою, парою, промивальною рідиною, гасом та ін. Потім

його висушують або випарюють відпрацьованими газами двигуна. Останнє особливо ефективне в тих випадках, коли на паливному баку після його очистки вестимуться зварювальні роботи. Випарювання паливних баків відпрацьованими газами дуже поширене в АТП.

Паливні баки промивають безпосередньо на автомобілях за допомогою пневмогідромонітора ОМ-1509-30, який приєднують до шлангів з промивальною рідиною і стиснутим повітрям. Промивальна рідина надходить під тиском  $2 \cdot 10^2$  кПа (а повітря —  $6 \cdot 10^2$  кПа) у насадку ротора гідромонітора і обертає його, водночас розпушуючи і змиваючи наліт на стінках та осад на дні паливного бака. Відстій із паливного бака зливають через зливальний отвір.

#### 8.4. Поелементне діагностування системи живлення дизельних двигунів

За системою живлення (рис. 8.8) дизельних двигунів перевіряють такі прямі (структурні) діагностичні параметри: герметичність впускного тракту; зазор між втулкою і плунжером паливного насоса; зазор між втулкою і поршнем паливопідкачувального насоса; подачу паливного насоса; зазор по розвантажувальному поясу нагнітального клапана; жорсткість пружини форсунки; кут випередження впорскування палива, обчислений за кутом повороту колінчастого вала; циклову подачу форсунки; нерівномірність подачі палива по секціях паливного насоса.

Особливе місце при цьому займає *контроль герметичності паливної системи*, яку перевіряють прямо на двигуні (без приладів або за допомогою приладу НІІАТ).

Для перевірки герметичності без приладу встановлюють малу частоту обертання колінчастого вала і злегка відкручують пробку фільтра тонкої очистки палива. Коли в системі є повітря, з-під пробки витікатиме піна. Після появи чистого струменя палива пробку закручують. Щоб перевірити герметичність приладом НІІАТ, від бака від'єднують паливопроводи, відвідний паливопровід заглушують, підвідний приєднують до приладу і подають паливо під тиском  $3 \times 10^2$  кПа. За місцем підтікання палива визначають герметичність паливної системи. Негерметичність системи живлення усувають підтяганням різьбових з'єднань, заміною ущільнювальних прокладок і паливопроводів.

При *діагностуванні форсунок* визначають їхню герметичність, тиск впорскування і якість розпилювання палива. Ці роботи виконують на спеціальних приладах (рис. 8.9), які імітують роботу форсунки на двигуні.

Герметичність форсунки перевіряють при тиску 30 МПа. Показником герметичності є час спадання тиску (на 3 МПа має бути не менш як 30...45 с). Для визначення цього часу тиск впорскування форсунки,

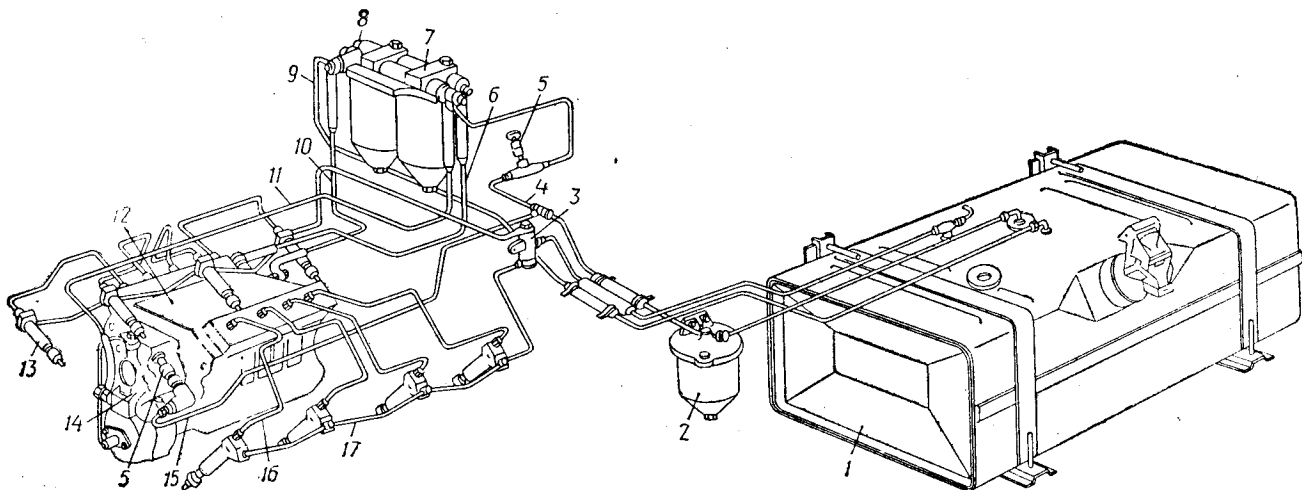


Рис. 8.8. Система живлення двигуна КамАЗ-740:

1 — паливний бак; 2 — фільтр грубої очистки палива; 3 — трійник дренажних паливпроводів; 4 — підвідний паливпровод до паливopідкачуального насоса; 5 — паливopідкачуальний насос; 6 — підвідний паливпровод до паливного насоса високого тиску; 7 — фільтр тонкої очистки палива; 8 — пробка-заглушка; 9...10 — відвідні паливпроводи від паливного насоса високого тиску; 11 — підвідний паливпровод до фільтра тонкої очистки палива; 12 — паливний насос високого тиску; 13 — форсунка; 14 — паливний насос; 15 — підвідний паливпровод до насоса низького тиску; 16 — паливпровод високого тиску; 17 — дренажний паливпровод лівого ряду форсунок

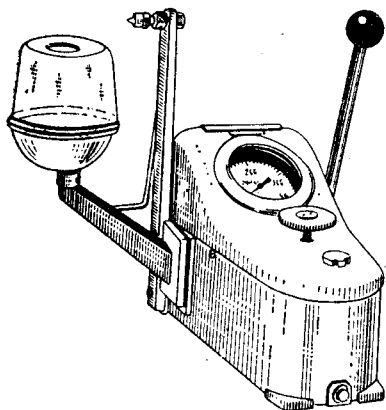


Рис. 8.9. Прилад для діагностування форсунок

яку перевіряють, регулювальним гвинтом доводять до 30 МПа за манометром, включаючи секундомір; коли тиск спаде до 25 МПа, секундомір виключають.

Тиск впорскування форсунок визначають на спеціальних приладах за показаннями манометра. На працюючому двигуні тиск впорскування перевіряють за допомогою максиметра. Форсунку, яку перевіряють, приєднують до штуцера максиметра, а останній через паливопровід високого тиску — до секції насоса. За принципом дії максиметр аналогічний форсунці, тому, добившись одночасності впорскування палива форсункою і мак-

симетром, за положенням мікрометричного пристрою визначають, при якому тиску відбувається впорскування. Після тривалої роботи форсунки на двигуні допускається зниження тиску впорскування до 13,5 МПа. Тиск початку впорскування форсунки регулюють, змінюючи затягання пружини за допомогою регулювальної гайки.

Якість розпилювання палива форсункою перевіряють на спеціальних стендах і вважають задовільною, якщо паливо впорскується в туманоподібному стані, рівномірно розподіляється по поперечному перерізу конуса струменя і по кожному отвору розпилювача. Початок і кінець впорскування мають бути чіткими і супроводитись характерним (глухим) тріском. Зовсім не допускається підтікання палива з розпилювачів форсунок. У разі закоксування отворів розпилювача форсунку треба розібрати і деталі промити в гасі. Розбираючи форсунку, слід мати на увазі, що корпус розпилювача і голка утворюють прецизійну пару, тому заміна тільки однієї деталі не допускається. Внутрішні порожнини промивають бензином. Отвори і канали в корпусі форсунки прочищають волосяними йоржиками, а зовнішні поверхні — м'якими металевими щітками. Риси, подряпини, сліди корозії усувають притиранням або ж деталі замінюють новими. Внутрішню поверхню корпуса розпилювача очищають м'яким латунним стержнем, обгорнутим цигарковим папером. Коли є риси, подряпини на напрямній частині голки, а також сліди перегрівання, розпилювачі замінюють. Усі деталі з несправною різьбою замінюють новими.

Для діагностування насоса високого тиску і паливопідкачувального насоса в АТП застосовують спеціальні стенди.

Діагностування паливного насоса високого тиску полягає у визначенні початку, кількості і рівномірності подачі палива окремими секціями. Кількість подачі палива кожною секцією насоса визнача-

ють за допомогою мірних мензурок при температурі палива 25... 30 °С. Насос перевіряють разом із комплектом справних і відрегульованих форсунок на тиск впорскування ( $15 \pm 0,5$ ) МПа і комплектом паливопроводів високого тиску завдовжки ( $400 \pm 3$ ) мм.

*Кількість палива, що подається кожною секцією* за один хід плунжера, для двигунів ЯМЗ має бути 105...107 мм<sup>3</sup>. Нерівномірність подачі палива між секціями насоса не повинна перевищувати 3 % при повній подачі і при номінальній частоті обертання 1050 хв<sup>-1</sup> вала насоса.

Нерівномірність  $\sigma$ , %, подачі палива секціями визначають за формулою

$$\sigma = \frac{(V_{\max} - V_{\min}) 2 \cdot 100}{V_{\max} + V_{\min}},$$

де  $V_{\max}$ ,  $V_{\min}$  — циклова подача секцією з максимальною і мінімальною подачею відповідно.

*Рівномірність і кількість подачі палива кожною секцією* насоса регулюють, змінюючи поворотну втулку щодо зубчастого сектора. Паливні насоси мають автоматичну муфту випередження впорскування палива, яка змінює момент початку подачі палива в циліндр залежно від частоти обертання колінчастого вала. Установочний кут випередження впорскування палива залежить від особливостей кожної окремої муфти.

Початок подачі палива секціями насоса визначають за допомогою моментоскопів, що встановлюються на вихідних штуцерах секцій насоса і градуйованому диску, який кріпиться на валу насоса. При повороті вала насоса його секції подають паливо в трубки моментоскопів. Визначаючи початок подачі палива, треба стежити, щоб у момент початку руху палива в трубці моментоскопа риска на шківу колінчастого вала була напроти риски з цифрою на кришці шестерень розподілу. Цифра біля риски на кришці розподільних шестерень має відповідати цифрі, вибитій на торці автоматичної муфти, або риска з тією ж цифрою на маховику повинна збігатись із покажчиком на картері маховика. Момент початку руху палива в трубці першого циліндра фіксують за градуйованим диском. У наступні циліндри паливо подається через періоди часу, що відповідають певним кутам повороту вала відповідно до порядку роботи двигуна. Наприклад, у восьмициліндровому насосі паливо подається секціями через 45°. Неточність інтервалу між початком подачі палива будь-якою секцією насоса щодо першої допускається в межах  $\pm 1/3^\circ$ . Момент початку подачі палива секцією встановлюють регулювальними болтами штовхача насоса.

На всіх сучасних двигунах ЯМЗ змінений привод паливного насоса високого тиску (рис. 8.10), який значно спрощує регулювання кута випередження впорскування палива, забезпечує стабільність його встановлення і знижує трудомісткість ТО. Кут випередження



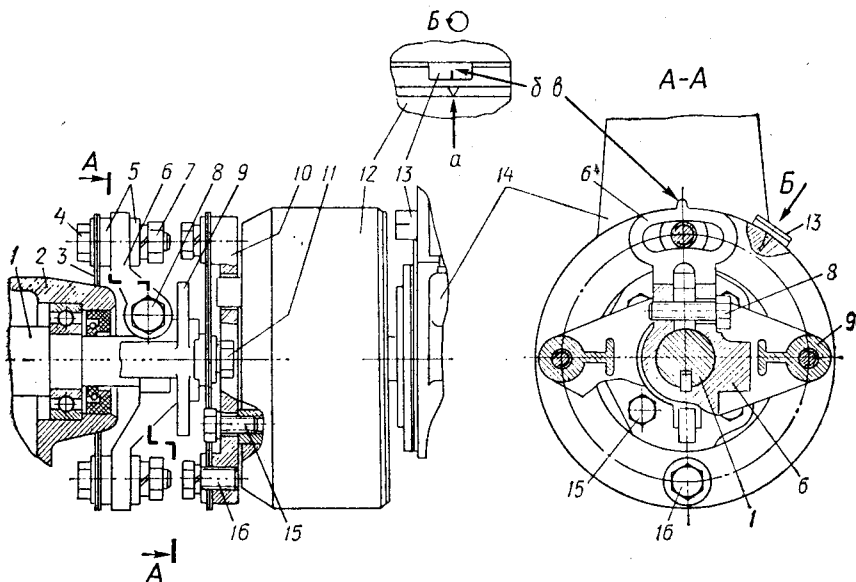


Рис. 8.10. Привод паливного насоса високого тиску:

1 — вал привода; 2 — блок циліндрів двигуна; 3 — пластини привода; 4 — болт кріплення пластин до фланця півмуфти; 5 — шайби; 6 — фланець півмуфти; 7 — гайки; 8 — стяжний болт фланця півмуфти; 9 — ведуча півмуфта; 10 — ведена півмуфта; 11 — болт кріплення пластин до веденої півмуфти; 12 — муфта випередження впорскування палива; 13 — покажчик; 14 — паливний насос високого тиску; 15 — болт кріплення веденої півмуфти до муфти випередження впорскування палива; 16 — болт кріплення пластини до веденої півмуфти

впорскування палива для цих двигунів перевіряють і регулюють не за моментоскопом, а за мітками. Порядок цієї роботи такий.

Вручну обертають колінчастий вал двигуна до суміщення міток, які відповідають установочному куту випередження впорскування палива. Мітки в усіх двигунів нанесені на маховику (у двигунів ЯМЗ-236, ЯМЗ-238 ще й на кришці шестерень розподілу, а в двигуні ЯМЗ-240 усіх модифікацій — на гасителі крутильних коливань). Кут випередження впорскування палива у двигунів ЯМЗ-236, ЯМЗ-238 і ЯМЗ-240 повинен бути  $21^\circ$ , ЯМЗ-238П і ЯМЗ-238Л —  $22^\circ$ , ЯМЗ-238Н і ЯМЗ-238Ф —  $23^\circ$ , ЯМЗ-240Н і ЯМЗ-240П —  $20^\circ$ , ЯМЗ-238К —  $14^\circ$ .

У момент суміщення названих міток має суміститись мітка *a* (рис. 8.10) на торці муфти 12 випередження впорскування палива з рискою *b* на покажчику 13. Якщо мітка *a* і риска *b* не збіглись, треба відкрутити дві гайки 7 і, повертаючи кулачковий вал паливного насоса високого тиску, сумістити їх, не порушуючи положення колінчастого вала двигуна. Потім, не порушуючи суміщеного положення міток, треба затягнути гайки 7 болтів 4 фланця півмуфти, повернути ко-

лінчастий вал і пересвідчитись у правильності регулювання. Відхилення в суміщенні міток більш як на  $1^\circ$  не допускається.

*Діагностування паливопідкачуального насоса* — це визначення його подачі при заданому протитиску і тиску при повністю перекритому нагнітальному каналі. Подача паливопідкачувальних насосів, установлених на двигунах ЯМЗ, при  $1050 \text{ хв}^{-1}$  кулачкового вала і протитиску в магістралі  $0,5 \dots 0,17 \text{ МПа}$  повинна бути  $2,2 \text{ л/хв}$ , а максимальний тиск —  $0,4 \text{ МПа}$ .

*Регулювання мінімальної частоти обертання колінчастого вала двигуна* виконують в процесі експлуатації автомобілів.

Ці операції здійснюють після встановлення кута випередження впорскування палива. Частоту обертання колінчастого вала на холостому ходу, зазначену в характеристиці двигуна, контролюють за хронометром на прогрітому двигуні при температурі системи охолодження не вище як  $70^\circ \text{C}$  або за допомогою аналізатора паливної апаратури (рис. 8.11). Цей прилад забезпечує і визначення таких параметрів: частоти обертання кулачкового вала паливного насоса; обертів початку і кінця дії регулятора частоти обертання; установочного кута випередження впорскування палива; тиску початку впорскування палива; максимального тиску впорскування палива. Крім того, за допомогою приладу можна оцінити якість роботи регулятора частоти обертання й автоматичної муфти випередження впорскування палива.

При підключенні до аналізатора осцилографа за характером осцилограм тиску додатково можна визначити: технічний стан нагнітального клапана і плунжерної пари; поломку пружини штовхача плунжера; технічний стан розпилювача форсунки.

*Фільтри очистки палива* періодично міняють, а корпуси їх обов'язково промивають дизельним паливом.

### 8.5. Особливості ТО паливної апаратури двигунів КамАЗ

Обслуговуючи форсунки, визначають тиск, при якому починається підняття голки розпилювача, герметичність розпилювача і форсунки у складеному вигляді, якість розпилювання палива. Контроль і регу-

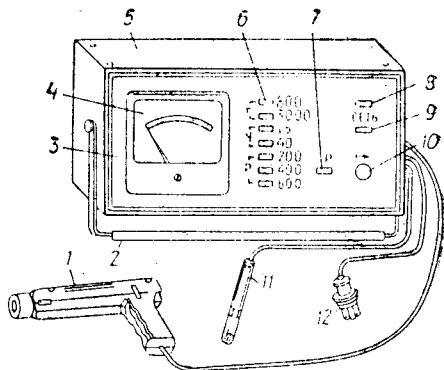
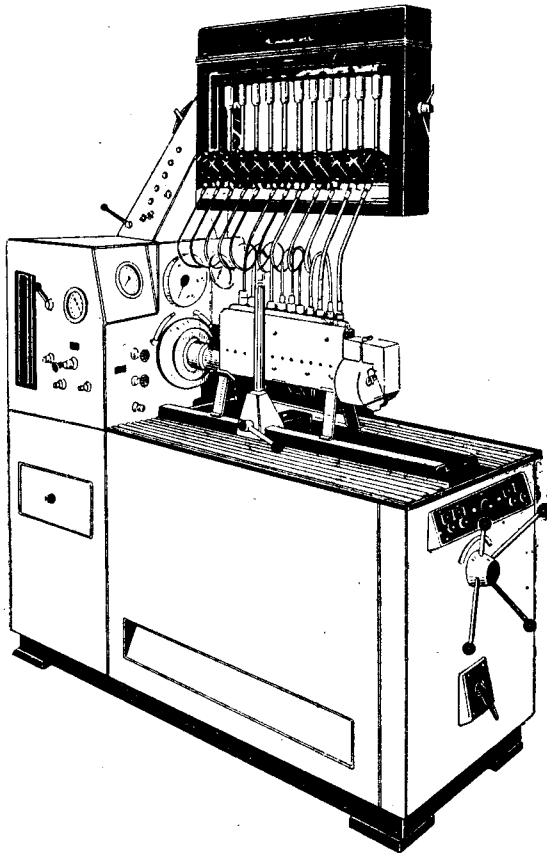


Рис. 8.11. Аналізатор паливної апаратури: 1 — освітлювач; 2 — ручка; 3 — шасі; 4 — вимірювальний прилад; 5 — корпус; 6 — перемикач вимірників; 7 — вмикач вимірника тиску; 8 — сигнальна лампа; 9 — вмикач мережі; 10 — ручка синхронізації розгортки; 11 — перетворювач тиску; 12 — провід мережного живлення

Рис. 8.12. Дизельний випробувальний стенд «Старт-12»



лювання форсунок виконують на приладі КП-1609А або іншому аналогічному. Тиск початку підняття голки форсунки має дорівнювати  $1,8 \cdot 10^4$  кПа. Якщо голка відкривається при тиску нижче  $1,7 \cdot 10^4$  кПа, форсунку треба регулювати. Для цього використовують шайби, які ставлять під пружину форсунки. Зміна товщини шайб на 0,05 мм призводить до зміни тиску підняття голки на  $(3,0 \dots 3,5) 10^2$  кПа.

Герметичність розпилювача і форсунки в складеному вигляді перевіряють при тиску  $1,6 \cdot 10^4$  кПа. Протягом 15 с паливо не повинно проходити через запірний корпус. Розпилене паливо, що виходить із розпилювача форсунки, має бути туманоподібним, без помітних на око окремих краплин, суцільних струминок і легко помітних місцевих згущень.

Паливні насоси високого тиску (ПНВТ) перевіряють на стендах NS-108 і NG-104 «Моторпал» (Чехія) або «Стар-12» (Угорщина) та ін. (рис. 8.12). Для приєднання насоса до привода стенда треба на муфту випередження впорскування встановити спеціальний фланець. У ПНВТ на стенді з установленим контрольним комплектом форсунок КамАЗ перевіряють початок подачі палива секціями, кількість і рівномірність подачі палива.

Початок подачі палива визначають за допомогою моментоскопа. Перед регулюванням перевіряють герметичність нагнітальних клапанів. Для цього до корпусу насоса за допомогою паливовідкачувального насоса підводять паливо під тиском  $(1,5 \dots 2,0) 10^2$  кПа. При положен-

ні рейок, що відповідає виключеній подачі, протягом 2 хв не повинно бути підтікання палива із сполучних ніпелів.

Для перевірки моменту початку подачі палива треба приєднати моментоскоп до штуцера восьмої секції насоса і повернути вручну його вал до появи палива в трубці моментоскопа.

Момент початку подачі палива визначають під час повороту вала стенда за годинниковою стрілкою (після початку руху палива в моментоскопі). Мітки на корпусі насоса і веденій півмуфті повинні збігатися в момент початку руху палива в моментоскопі. Якщо мітки не збіглися, треба визначити дійсний початок подачі палива, який має відбуватись за  $42...43^\circ$  до осі симетрії кулачка.

Вісь симетрії кулачка визначають так. Повертають вал стенда за годинниковою стрілкою. Слідкують за рівнем палива в трубці моментоскопа і в момент початку його піднімання фіксують кут повороту кулачкового вала на лімбі стенда. Потім вал стенда повертають ще на  $90^\circ$  і, обертаючи вал проти годинникової стрілки, знову фіксують на лімбі момент початку піднімання палива в моментоскопі. Віссю симетрії кулачка буде середина між двома зафіксованими точками.

Якщо кут, при якому починається подача палива, взяти за 0, то інші секції повинні почати подачу палива в такому порядку,  $^\circ$ : 0 — секція № 8; 45 — № 4; 90 — № 5; 135 — № 7; 180 — № 3; 225 — № 6; 270 — № 2; 315 — № 1.

Перевіряючи і регулюючи кількість й рівномірність подачі палива секціями насоса, треба перевірити і в разі потреби відрегулювати в межах  $300...350 \text{ хв}^{-1}$  повне виключення подачі палива. Потім при упорі важеля керування регулятором у болт максимального швидкісного режиму перевіряють частоту обертання кулачкового вала насоса, при якій починається переміщення рейок у бік зменшення подачі палива. Настроювання початку дії регулятора на номінальний режим здійснюють з точністю  $\pm 1,5 \%$  (при упорі важеля регулятора в болт обмеження максимального швидкісного режиму). Частота обертання, що відповідає повному виключенню подачі, має дорівнювати  $(1500 \pm \pm 15) \text{ хв}^{-1}$  при тому самому положенні важеля керування. Щоб знизити частоту переміщення рейки, слід трохи вкрутити регульовальний болт пружини регулятора, після чого знову перевірити і відрегулювати частоту переміщення рейок у бік зменшення подачі палива.

При упорі важеля керування регулятором у болт обмеження максимального швидкісного режиму [при  $(1300 \pm 10) \text{ хв}^{-1}$  кулачкового насоса] об'єм палива, що подається секцією, має бути: для двигунів КамАЗ-740 —  $75,5...77 \text{ мм}^3/\text{цикл}$  і для двигунів КамАЗ-7401 —  $64,5...66 \text{ мм}^3/\text{цикл}$ . Допускається нерівномірність не більш як 5 %. У разі потреби подачу палива окремою секцією регулюють, повертаючи корпус секції щодо корпусу насоса. Після цього треба перевірити і відрегулювати корпусом коректора середню циклову подачу при  $(900 \pm$

$\pm 10$ )  $\text{хв}^{-1}$ , яка повинна бути 77...80  $\text{мм}^3/\text{цикл}$  у двигунів КамАЗ-740 і 67,5...70,5  $\text{мм}^3/\text{цикл}$  — у двигунів КамАЗ-7401. Середня циклова подача при  $(600 \pm 10)$   $\text{хв}^{-1}$  має дорівнювати 72,5...77,5  $\text{мм}^3/\text{цикл}$  у двигунів КамАЗ-740 і 180...200  $\text{мм}^3/\text{цикл}$  — у двигунів КамАЗ-7401. Після закінчення регулювання ПНВТ регулювальні болти опломбовують.

Роботу *автоматичної муфти випередження впорскування* перевіряють на стенді за допомогою стробоскопічної лампи. Кут початку подачі палива повинен дорівнювати  $(4,5 \pm 0,5)^\circ$  при  $(1300 \pm 10)$   $\text{хв}^{-1}$  і  $(1,0 \pm 0,5)^\circ$  при  $(600 \pm 10)$   $\text{хв}^{-1}$  кулачкового вала насоса. При перевірці ПНВТ треба звертати увагу на герметичність агрегатів. Не допускається теча палива і масла через ущільнення ПНВТ, регулятор швидкості і паливopідкачувального насоса. Тертьові поверхні насоса змащуються від системи мащення двигуна.

*Паливний насос низького тиску* перевіряють при  $(1300 \pm 10)$   $\text{хв}^{-1}$ , кількість палива, що подається, повинна бути 2,5 л/хв при розрідженні на всмоктуванні  $(22 \pm 1)$  кПа.

Експлуатація двигуна з засміченим картонним фільтруючим елементом вище від допустимого призводить до погіршення тягових і економічних якостей автомобіля внаслідок зростання опору на впуску. Може також статись розрив штор фільтруючого картону. Тоді разом із повітрям у циліндри надходить абразивний пил, який спричиняє інтенсивне спрацьовування циліндропоршневої групи та інших деталей двигуна.

*Рівень засміченості повітроочисника* на автомобілі контролює індикатор, за показаннями якого має бути постійний нагляд. Після спрацювання індикатора гранично допустимої засміченості фільтруючого елемента треба негайно обслужити повітроочисник. При несправному індикаторі повітроочисник обслуговують примусово через 250 год роботи, а при підвищеній запиленості — частіше. Фільтруючий елемент промивають у мийному розчині або продувають стиснутим повітрям.

Деталі впускного тракту, як і інші деталі автомобіля, зазнають вібрації і дії температурних коливань. Це порушує герметичність зварних з'єднань повітропровода, витягає й ослаблює стяжні хомути, призводить до старіння і розтріскування гумових ущільнень та сполучних шлангів. Порушується герметичність повітропровода автомобіля. Спостерігаються випадки, коли внаслідок потраплення пилу разом із повітрям у циліндри двигуна через нещільності повітропровода настає граничне спрацьовування деталей циліндропоршневої групи після пробігу 10...40 тис. км. Щоб цього не сталося, герметичність впускного тракту треба контролювати при введенні автомобіля в експлуатацію, а надалі — через два-три ТО-2.

Спостереження показали, що в процесі експлуатації двигунів КамАЗ часто порушуються режими ТО системи живлення. Із переви-

рених автомобілів більше половини двигунів експлуатувались із несправними форсунками. Ці дефекти були спричинені корозією, яка є наслідком потрапляння води в паливо, або закоксуванням розпилювачів.

Зазор у прецизійних парах повинен бути в межах 1,5...2,5 мкм. Якщо ж у паливі є механічні домішки, розмір яких більший від цього зазора, то можливе інтенсивне спрацювання прецизійних пар, а іноді й заклинювання і навіть поломки. Забруднення палива сприяє утворенню відкладень та нагару у форсунках. Це веде до порушення нормальної роботи двигуна. Потрапивши в камеру згоряння, таке паливо спричиняє підвищене спрацювання деталей циліндропоршневої групи, а при потраплянні в моторне масло — прискорене спрацювання усіх тертьових деталей двигуна.

*Перевірка якості дизельного палива*, що використовується для заправки автомобілів, особливо тих, що працюють на сільськогосподарських перевезеннях, показала, що в одній тонні палива, яке не відфільтроване і не відстоялося, може бути до 300 г механічних домішок. Якщо відстій із паливних баків автомобілів і фільтрів своєчасно не видаляють і їх погано і несвоєчасно промивають, то в насосі і форсунки надходить паливо, яке містить 0,001...0,09 % забруднень із розміром частинок 15...45 мкм. В результаті прискорюється спрацювання деталей паливної апаратури, збільшується кількість відказів і несправностей. Усе це свідчить про те, що чистоті дизельного палива треба приділяти особливу увагу при ТО системи живлення двигунів.

### **8.6. Особливості ТО системи очистки повітря двигунів ЯМЗ**

Технічне обслуговування системи очистки повітря двигунів ЯМЗ-238Ф, оснащених турбонаддуванням, має деякі особливості. Практика експлуатації цих двигунів на автомобілях-тягачах МАЗ-6422 показала, що часто-густо в них порушена *герметичність впускного тракту* внаслідок використання гумових шлангів із тріщинами і розривами, ослаблення й обриву хомутів, відшарування гумових ущільнень від кришок картонних фільтруючих елементів та інших причин. Це свідчить про те, що треба не рідше, ніж при ТО-2 перевіряти герметичність впускного тракту і в разі її порушення усувати несправності.

Експлуатація двигунів з несправним впускним трактом призводить до надходження в циліндри двигуна невідфільтрованого повітря і до пилового аварійного спрацювання деталей циліндропоршневої групи. Зовнішніми ознаками пилового спрацювання є підвищена витрата масла (більше 2 % витрати палива), підвищена димність, викидання масла з сапуна, а в окремих випадках робота двигуна з

талевим стукотом, що добре прослухується при середній частоті обертання колінчастого вала на холостому ходу. Причиною стукоту, як правило, є поломка першого компресійного кільця, спричинена підвищеною вібрацією його внаслідок аварійного спрацювання канавки поршня і самого кільця.

Крім контролю герметичності впускного тракту треба стежити за станом картонного фільтруючого елемента повітроочисника (КФЕ). Недопустиме використання КФЕ з зовнішніми пошкодженнями і тим більше з розривами штор фільтруючого картону. Обслуговування цього елемента треба здійснювати регулярно через 250 год роботи, а в умовах підвищеної запиленості — ще частіше.

Спостерігаються випадки експлуатації двигунів ЯМЗ-238Ф взагалі без КФЕ. Це неприпустимо. Перелічені вище відкази і несправності проявляються катастрофічно швидко і супроводяться чорним густим димом на випуску. Відсутність КФЕ призводить до того, що у впускний тракт надходить неочищене повітря, в якому є пил і бруд. Осідаючи на захисній сітці вхідного патрубку турбокомпресора, вони так забивають її, що прохідний переріз значно зменшується і, як наслідок, різко скорочується надходження повітря в циліндри двигуна. Оскільки подача палива при цьому залишається попередньою, воно повністю не згоряє.

На деяких двигунах ЯМЗ як фільтруючий елемент у повітряних фільтрах застосований спеціальний картон марки КТФ-155, що має коефіцієнт пропускання пилу 0,2...0,3 %. Такі фільтри сухого типу застосовують на двигунах ЯМЗ-238 при встановленні їх на тягачі МАЗ-540В. Повітряні фільтри сухого типу двоступінчасті. Першим ступенем є інерційна решітка з ежекційним відсмоктуванням пилу, другим — змінний фільтруючий елемент із картону марки КТФВ-155.

Обслуговування першого ступеня повітряного фільтра здійснюють два рази на рік. Для цього треба зняти повітряний фільтр і промити в бензині, дизельному паливі або гарячій воді його корпус з інерційною решіткою. Після промивання виріб обдувають стиснутим повітрям і просушують. При складанні і встановленні повітряного фільтра треба старанно перевірити стан ущільнювальних прокладок і системи відсмоктування пилу.

Особливу увагу треба приділяти герметичності впускного тракту в зоні очищеного повітря. Це контролюють створенням у впускному тракті надлишкового повітряного тиску з додаванням у повітря диму. Вихід диму показує місце порушення герметичності. Для перевірки герметичності рекомендується застосовувати спеціальні заглушки, розміри яких показані на рис. 8.13.

Заглушки (рис. 8.13, а) ставлять замість інерційно-масляних фільтрів; заглушки іншого типу (рис. 8.13, б) — замість фільтруючих елементів повітряних фільтрів сухого типу. Розміри заглушок залежать від розмірів фільтруючих елементів, на місце яких їх установ-

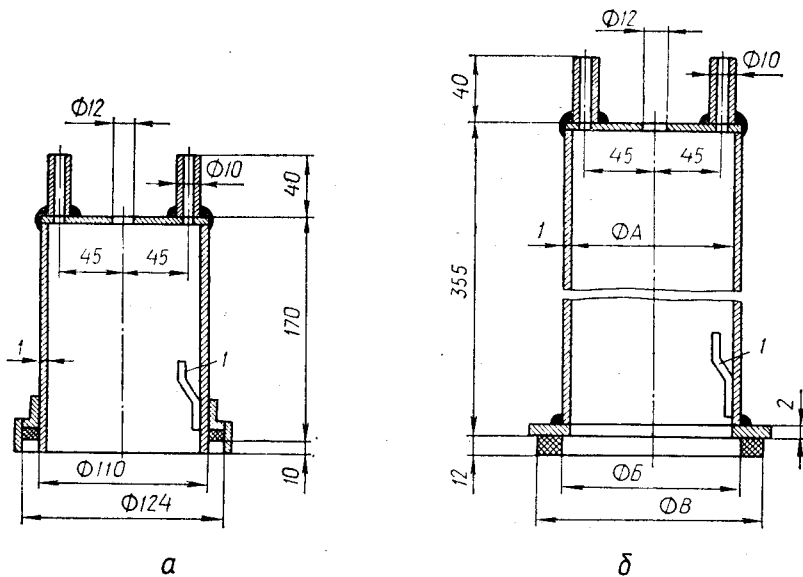


Рис. 8.13. Заглушка для перевірки герметичності впускного тракту, яку встановлюють замість інерційно-масляних фільтрів (а) і замість сухих фільтрів (б):

1 — латка для кріплення тліючого матеріалу

люють. Наприклад, для фільтруючого елемента 740-1009560 розміри їх будуть, мм: для А — 140, Б — 155, В — 185; для елемента 238Н-1009080 — відповідно 190, 205 і 235.

До кожної заглушки приєднуються трубки для підведення стиснутого повітря і для перевірки заповнення впускного тракту димом. Щоб перевірити герметичність впускного тракту, замість повітряних фільтрів або фільтруючих елементів треба ставити відповідні заглушки. В одну з них уміщують тліючий матеріал (технічну вату, клоччя та ін.) і приєднують джерело стиснутого повітря. Трубки на сталених заглушках у цей момент мають бути закупорені. Тиск стиснутого повітря (надлишковий) дорівнює 0,01...0,02 МПа.

Відкривши на якийсь час контрольну трубку, можна пересвідчитись, що впускний тракт заповнений димом. Після цього зовнішнім оглядом протягом 2...3 хв перевіряють стан впускного тракту: дим виходить у місцях, де герметичність порушена. Причину цього усувають і роблять повторну перевірку.

Обслуговування повітряних фільтрів повинно бути регулярним. Фільтруючі елементи обдувають стиснутим повітрям (тиск повітря не більше 0,2...0,3 МПа), якщо на поверхні фільтруючого елемента є пил або коли елемент має негайно використовуватись знову. Якщо ж



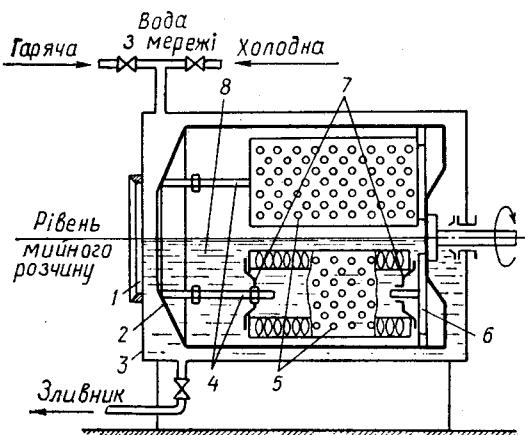


Рис. 8.14. Схема мийної установки фільтрувальних елементів:

1 — завантажувальний люк; 2 — барабан; 3 — ємність машини; 4 — гвинт упорний; 5 — елемент; 6 — стояк; 7 — тримач; 8 — мийний розчин

вину ОП-7 або ОП-10 можна використовувати розчин побутового прального порошку тієї самої концентрації.

Промивати фільтруючі елементи в мийному розчині (300 л води і 150...200 г прального порошку побутового призначення типу «Лотос», «Новість») можна у звичайній пральній машині, дообладнаній пристроєм для кріплення фільтруючих елементів (рис. 8.14). Після промивання фільтруючі елементи просушують і контролюють їхній стан згідно з заводською інструкцією. Допускається не більше п'яти промивань фільтруючого елемента, оскільки при більшій кількості промивань знижується міцність фільтруючого картону і може статись обрив штор безпосередньо на промиванні.

## 8.7. Особливості ТО системи живлення газобалонних автомобілів

При організації технологічних процесів ТО і ремонту газобалонних автомобілів треба мати на увазі, що газова апаратура автомобілів має спеціальні конструктивні й експлуатаційні особливості. Газобалонні автомобілі мають дві самостійні системи живлення — бензинову і газову. ТО газової системи треба виконувати тільки на спеціалізованих постах, розміщених в ізольованих приміщеннях АТП. Усі інші види робіт можна виконувати на спільних технологічних постах ТО газобалонних і бензинових автомобілів.

Розроблена *типова маршрутна організація технологічних процесів ТО і ремонту газобалонних автомобілів*, що працюють на стиснутому природному газі. Згідно з цією технологією, справний автомо-

на картоні разом із пилом є сажа і масло, ефективність методу обдування знижується.

Обдування фільтруючих елементів доцільно робити не більше двох раз, оскільки надалі різко знижується термін служби елемента до чергового обслуговування.

При значному забрудненні фільтруючий елемент треба промити в теплом розчині мийної речовини ОП-7 або ОП-10 (концентрація 20...25 г речовини на 1 л води) з наступним промиванням у чистій теплій воді і старанним просушуванням. Замість речовини

біль після проходження контрольно-пропускного пункту надходить на спеціалізований пост, розташований на відкритому майданчику. На цьому посту перевіряють герметичність газової апаратури. Перевірці на герметичність піддають усі з'єднання трубопроводів високого тиску, горловини газових балонів, витратні і наповнювальний вентиля. Для цього вентиля треба повністю відкрити і закрити. У проміжних положеннях вони негерметичні. Перевірку здійснюють за допомогою газосигналізатора або інших засобів контролю. Якщо газова апаратура справна, автомобіль направляють спочатку в приміщення для миття, а потім на спеціальну стоянку для справних автомобілів. Стоянка може бути відкритою і закритою. Відкритий майданчик для зберігання газобалонних автомобілів повинен мати тверде покриття й уклон у поздовжньому напрямі не більш як 1 %, у поперечному — 4 %. На один вантажний автомобіль виділяють у середньому 25 м<sup>2</sup>.

Поставивши на стоянку автомобіль, водій повинен закрити вентиля і, завівши двигун, випрацювати весь газ, яким заповнена система живлення. Треба також виключити найменшу можливість нагрівання газових балонів від будь-яких теплових джерел, у тому числі й обладнаної системи обігрівання автомобілів (якщо вона є в АТП) в зимову пору.

Для виконання планових ТО-1 і ТО-2 маршрути руху газобалонних автомобілів по постах і лініях різні. Тому рух автомобілів на території АТП треба організовувати в одному напрямі, без зустрічних і таких, що перетинаються, основних транспортних маршрутів.

Автомобіль із герметичною газовою апаратурою після миття надходить при ТО-1 в ізольоване приміщення для обслуговування і ремонту цієї апаратури. У разі потреби тут же виконують дрібний супровідний ремонт. Потім автомобілі направляють на пости і лінії, де виконують регламентні роботи ТО і ремонт базових бензинових автомобілів, а потім — на стоянку для справних автомобілів.

Якщо автомобіль треба направити на ТО-2, то після миття його спрямовують на пост, де паливні трубопроводи звільняють від газу. Потім автомобіль доставляють на технологічні пости і лінії, де виконують роботи, спільні для газобалонних і бензинових автомобілів. Надалі газобалонний автомобіль направляють в ізольоване приміщення (зону ТО і ПР) для виконання контрольно-регулювальних робіт газової системи живлення.

Порожні справні газові балони знімають із автомобіля в приміщенні для ТО і ремонту газової апаратури, якщо треба виконати зварювальні або малярні роботи. Після ремонту автомобіля балони на нього встановлюють у тому самому приміщенні і перевіряють герметичність запірно-захисної апаратури, опресовуючи її під робочим тиском.

Газову апаратуру в АТП обслуговують і ремонтують безпосередньо на автомобілі або знімаючи її з автомобіля. Цю роботу викону-

ють на спеціалізованих дільницях, розміщених в ізольованих приміщеннях.

Безпосередньо на автомобілі технологічний процес ТО-1, ТО-2 і СО газової апаратури повинен мати варіантні рішення. Їх треба створювати з урахуванням виробничих площ дільниці ТО газової апаратури, наявності необхідного технологічного устаткування і приладів, кількості газобалонних автомобілів, а також кваліфікації виконавців робіт і інших особливостей.

Звичайно *типову дільницю* обладнують динамометричним стендом, електронним тахометром, витратоміром палива, моторотестом для перевірки системи запалювання і газосигналізатором для контролю за витіканням газу. На цій же ділянці виконують контрольно-регулювальні роботи систем автомобіля і двигуна, які впливають на його потужність, економічність і токсичність.

Типова дільниця ТО газової апаратури складається з двох постів. На першому посту виконують підготовчі роботи і визначають герметичність газової апаратури, на другому — контрольно-регулювальні операції методами інструментальної діагностики. Приміщення дільниці ТО газової апаратури повинне мати окремі ворота для виїзду і в'їзду автомобілів. Проїзд по дільниці має бути наскрізним. Пост підготовчих робіт розміщують біля стіни. Приміщення постів ТО і ремонту обладнують механічною припливно-витяжною вентиляцією з восьмикратним обміном повітря за зміну.

Періодичну перевірку технічного стану і регулювання апаратури виконують за допомогою спеціального обладнання. Для цього промисловість випускає пересувну установку моделі К-277 для перевірки газової апаратури, комплект інструменту моделі И-149 для обслуговування і ремонту газобалонних автомобілів, візок для знімання і транспортування газових балонів.

Крім дільниці ТО в АТП має бути організована дільниця для ремонту газової апаратури, знятої з автомобіля. Дільницю ізолюють від інших приміщень. У ній розміщують мийне відділення, відділення ПР газової апаратури, склад балонів із азотом і склад оборотних порожніх газових балонів.

Щоб проводити випробування і контролювати регулювання приладів та елементів газової апаратури, на дільниці застосовують різні пневматичні установки. Як базове обладнання можна використовувати стенд моделі К-278. Він призначений для перевірки приладів системи живлення газобалонних автомобілів, знятих із автомобіля. На стенді можна перевірити газові редуктори, вентилі і фільтри газу.

У практиці експлуатації газобалонних автомобілів спостерігається значний розкид напрацювання основних вузлів і елементів газової апаратури до першого відказу (10...25 тис. км пробігу автомобіля). Це потребує частого виконання різних профілактичних робіт, інакше несправності і регулювання газової апаратури можуть спри-

чинити зміну подачі газу, порушити герметичність вузлів, погіршити пускові якості двигунів, підвищити токсичність відпрацьованих газів.

*Порушення герметичності клапана* першого ступеня редуктора низького тиску визначають при непрацюючому двигуні. У разі його негерметичності тиск у порожнині першого ступеня редуктора підвищується і газ починає виходити через клапан другого ступеня. Негерметичність клапана першого ступеня визначають за показаннями манометра низького тиску, розміщеного на щитку приладів у кабіні водія. Коли клапан пропускає газ, тиск у порожнині першого ступеня поступово збільшується до відкриття клапана другого ступеня. Про це свідчить стрілка манометра, що перестала рухатись.

*Негерметичність усього приладу* спричиняє негерметичність клапана першого ступеня редуктора низького тиску, хоч незначна негерметичність мало впливає на пускові якості та інші показники роботи двигуна. Цей дефект треба усунути. З цією метою пошкоджене сідло клапана підрізують, а потім шліфують робочу поверхню. Порушення герметичності клапана другого ступеня редуктора — істотніший дефект, бо утруднює пуск двигуна, погіршує його роботу при мінімальній частоті обертання колінчастого вала; під час зупинки двигуна виникає витікання газу через повітряний фільтр у підкапотний простір. Пошкоджене сідло другого ступеня можна відремонтувати також підрізанням з наступним шліфуванням робочої поверхні.

По-різному впливає на роботу двигуна ступінь порушення *герметичності діафрагм редуктора низького тиску*. Якщо негерметична діафрагма першого ступеня, газ виходить через отвір у регулювальній гайці пружини першого ступеня. подача газу повністю не порушується, якщо пропускання газу незначне і негерметичність настала під час роботи двигуна. Цей дефект можна виявити тільки при зупинці двигуна.

Причиною часткового порушення подачі палива може стати *мале пропускання газу через діафрагму другого ступеня*. Якщо тиск газу в другому ступені редуктора вищий від атмосферного, то при негерметичності діафрагми газ виходитиме через ковпачкову кришку регулювального ніпеля.

При пошкодженні діафрагми розвантажувального пристрою газ із редуктора надходить безпосередньо у впускний трубопровід. Запустити двигун при цьому важко, робота редуктора і двигуна на холостому ходу порушується. Якщо усунути негерметичність якоїсь із діафрагм не вдається, то діафрагму треба замінити.

*Трудомісткість робіт при ТО і ремонті газової апаратури* базових моделей газобалонних автомобілів така. Для автомобілів ЗІЛ-138А трудомісткість ЩО становить 12,6 люд.-хв, ТО-1 — 48,7 люд.-хв, ТО-2 — 55,4 люд.-хв, ПР (постові роботи) — 151,4 люд.-хв, ПР (цехові роботи) — 110,8 люд.-хв. Трудомісткість цих робіт для автомобілів ГАЗ-53-27 і ГАЗ-52-27 відповідно 12,6; 48,7; 54,5; 176,4; 110,8 люд.-

хв. Названі трудомісткості додають до трудомісткості ТО і ПР базових моделей автомобілів ЗІЛ-130, ГАЗ-53А і ГАЗ-52-04. Загальна тривалість перебування автомобілів ЗІЛ-130, ГАЗ-52-04 у зоні ТО і ПР не повинна перевищувати 0,4...0,5 дня на 1 тис. км пробігу при умові додержання норм трудомісткості під час ЩО, ТО-1, ТО-2 і СО та періодичності їхнього виконання.

Загальна трудомісткість переобладнання бензинового автомобіля ЗІЛ-130 у газобалонний становить 58 люд.-год, а автомобіля ГАЗ — 41 люд.-год. Трудомісткість зняття і встановлення комплекту газових балонів на автомобіль ЗІЛ становить 6 год, а на ГАЗ — 5 год при зняттю кузові і механізації демонтажних-монтажних робіт за допомогою кран-балки.

*Зберігання скрапленого нафтового газу (СНГ) у балонах, порівняно із зберіганням у них стиснутого газу, має свої особливості. Так, тиск СНГ у балоні залежить не від кількості залитої в нього рідини, а від температури і складу газу. Тиск СНГ визначається тиском насиченої пари. Скраплені нафтові гази мають високий коефіцієнт температурного розширення, тому безпечна експлуатація газового балона передбачає суворе обмеження рівня скрапленого газу в ньому. Коли немає парової подушки, тобто при повному заповненні балона газом, тиск у ньому зростає на 0,7 МПа на кожен градус підвищення температури газу. Таке підвищення тиску може призвести до швидкого руйнування газового балона.*

Балон із скрапленим газом безпечний в експлуатації, якщо його місткість заповнена на 90 %, а сам балон оснащений запобіжним клапаном. При підвищенні тиску (1,6 МПа) в такому балоні клапан автоматично випускає частину газу в атмосферу. Роботоздатність запобіжного клапана рекомендується перевіряти при ТО автомобіля.

Під час експлуатації газобалонних автомобілів треба регулярно стежити за тим, щоб перегородки та інші елементи кузова або kabіни не допускали потрапляння газу в kabіну водія або в салон автобуса. Для цього досить раз на рік перевіряти герметичність kabіни, салону, багажного відділення. Як індикатор для перевірки використовують скраплений вуглекислий газ, сухий лід і дим. Наприклад, герметичність салону легкового автомобіля перевіряють так. Багажний відсік заповнюють сухим льодом чи іншим джерелом, яке утворює вуглекислий газ. Потім за допомогою газоаналізатора визначають його наявність і ступінь проникнення в салон автомобіля (чи в kabіну водія). При випробуванні враховують початковий вміст вуглекислого газу в атмосферному повітрі (фоновий рівень).

### Контрольні запитання

1. Як впливає система живлення двигуна на його потужність, економічність, запуск, надійність та рівень токсичності відпрацьованих газів?
2. Чим визначається надійність системи живлення двигунів?

3. Як виконується загальне діагностування системи живлення двигуна і яке обладнання використовується при цьому?
4. За якими діагностичними параметрами і як виконується поелементне діагностування системи живлення карбюраторних двигунів?
5. За якими діагностичними параметрами і як виконується поелементне діагностування системи живлення дизельних двигунів?
6. Які особливості ТО системи живлення газобалонних автомобілів?

## Глава 9

### КОНТРОЛЬНО-ДІАГНОСТИЧНІ, РЕГУЛЮВАЛЬНІ, КРІПІЛЬНІ ТА ІНШІ РОБОТИ НА ЕЛЕКТРОУСТАТКУВАННІ

#### 9.1. Загальні відомості

Надійність автомобіля в умовах експлуатації значною мірою залежить від справності приладів електроустаткування, які спричинюють близько 15 % несправностей автомобіля.

Ресурс механічних вузлів електроустаткування обмежують тертьові поверхні, які треба добре змащувати, захищати від пилу, вологи і бруду. Внаслідок різких температурних перепадів, неперервних вібрацій, потрапляння вологи, пилу, бензину, масла або їхньої пари різні контактні струмопровідні деталі працюють у складних умовах. Ізоляційні матеріали також зазнають руйнування під дією нагрівання, вологи й електричного поля. Різкі перепади температури сприяють утворенню тріщин у приладах електроустаткування, розміщених під капотом двигуна, особливо взимку, а конденсація вологи знижує їхні ізоляційні властивості; так само негативно діє на деякі ізоляційні матеріали пара бензину і масла.

Підвищення терміну служби і надійності електроустаткування автомобіля в умовах експлуатації залежить не тільки від досконалості конструкції і технології виробництва, а й від якості ТО, який охоплює контрольно-діагностичні, регульовальні та інші роботи. Діагностують технічний стан електроустаткування за допомогою спеціальних стендів і приладів (Э-205, ХАДИ-2, Э-206, Э-208, Э-213, Э-214, Э-215) — компактних, надійних, зручних для пересування і з високою

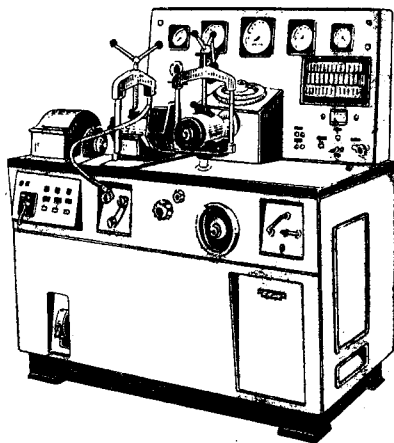


Рис. 9.1. Універсальний стенд для випробування електроустаткування автомобілів

точністю показань. На рис. 9.1 показано один із таких приладів.

На електроустаткуванні перевіряють такі прямі (структурні) діагностичні параметри: потужність генератора; прогин паса привода генератора; напругу вмикання реле зворотного струму; електричну напругу, що підтримується регулятором напруги; електричний опір випрямного блока в прямому і зворотному напрямках; потужність стартера; висоту щіток стартера; зазор між підшипниками стартера та їхніми посадочними місцями; передачу приводом стартера крутного моменту.

## 9.2. Акумуляторні батареї

У свинцевих акумуляторних батареях можуть бути такі о с н о в н і н е с п р а в н о с т і: розрядження і саморозрядження, сульфатація і коротке замикання пластин, тріщини у банках і замикання видічних штирів, жолоблення і замикання пластин тощо. Причинами *саморозрядження* можуть бути забруднення акумулятора, замикання пластин активною масою, що обсіпається, утворення місцевих (паразитних) струмів, які виникають в результаті потрапляння металевих домішок в електроліт. *Сульфатація* полягає в покритті поверхні активного шару пластин крупними кристалами сірчаноокислого свинцю в результаті зниження рівня електроліту, тривалого зберігання акумулятора без дозарядження, високої густини електроліту, експлуатації дуже розрядженої акумуляторної батареї і надмірного користування стартером. *Коротке замикання пластин* настає в результаті випадання з них на дно банок великої кількості активної маси. *Жолоблення і руйнування пластин* буває при тривалому перезарядженні, підвищенні густини і температури електроліту (понад  $+45^{\circ}\text{C}$ ), недостатньому кріпленні батареї у гнізді, замерзанні електроліту і сильній сульфатації пластин, збільшенні сили зарядного струму, короткому замиканні, а також при частому й тривалому вмиканні стартера. У кінцевому підсумку всі названі несправності призводять до зменшення ємності акумуляторних батарей.

Акумуляторні батареї треба тримати в чистоті. Пробки заливальних отворів мають бути щільно закручені, поверхня батарей суха, а їхні вентиляційні отвори прочищені. Пил, вологу і бруд видаляють сухою тканиною. Якщо на поверхню мастики потрапив електроліт, то його нейтралізують 1 %-м розчином нашатирного спирту, а потім протирають поверхню сухою тканиною. Наконечники проводів, а також затискачі і штирі акумуляторів старанно зачищають від оксидів, щільно затягають і змащують тонким шаром технічного вазеліну, очищають тканиною, намоченою в 10 %-му розчині нашатирного спирту або в 5 %-му розчині каустичної соди. Періодично перевіряють кріплення акумуляторних батарей. Вони повинні бути щільно укріплені-

ми в гнізді, а взимку утеплені. Особливо важливими роботами при ТО акумуляторних батарей є підтримування їх у зарядженому стані, а також доведення до норми густини і рівня електроліту.

Рівень електроліту перевіряють скляною трубкою з внутрішнім діаметром 5...6 мм. Висота рівня має дорівнювати 10...15 мм від верхньої кромки пластин акумулятора або запобіжного щита. Періодичність перевірки в зимову пору не рідше як через 30 днів і влітку через 10...15 днів. Зниження рівня електроліту нижче від норми може призвести до сульфатації пластин внаслідок оголення їх, оскільки оголені місця (передусім у негативних пластин) посилено окислюються, утворюючи сульфат свинцю. Крім того, утруднюється запуск двигуна стартером, він не розвиває потрібної потужності внаслідок збільшення опору в самому акумуляторі (сульфат свинцю не проводить електричний струм). Якщо протягом 2...3 тижнів верхня частина пластин залишається оголеною, пластини руйнуються, оскільки сульфат свинцю випадає з решіток. Рівень електроліту доводять до норми, додаючи дистильовану воду, яку добувають за допомогою різних дистильаторів. Дистильовану воду зберігають у скляному, фарфоровому, пластмасовому, ебонітовому і свинцевому посуді. Електроліт додають в акумуляторні батареї у разі його витікання.

Густина електроліту в працюючому акумуляторі при заряджанні збільшується, а при розряджанні зменшується (в електроліті залишається менше сірчаної кислоти). Тому зміна густини електроліту може бути діагностичною ознакою, яка визначає ступінь розрядження акумулятора. В процесі експлуатації батареї повинні бути повністю зарядженими. У противному разі внаслідок підвищення зарядного струму вони прискорено руйнуватимуться; знизиться надійність запуску двигуна стартером, оскільки зменшиться сила струму, що живить стартер і систему запалювання. Зі збільшенням розрядженості акумуляторної батареї підвищується температура замерзання електроліту. Тому експлуатація батарей улітку дозволяється при розрядженні до 50 % ємності, а взимку — не більш як 25 %.

Ступінь розрядженості акумуляторної батареї можна знайти за таблицями, в основу яких покладена лінійна залежність густини електроліту і ступеня розрядженості батареї від 0 до 100 %. Якщо немає таблиці, орієнтовно ступінь розрядженості можна визначити виходячи з таких співвідношень: зниження густини електроліту на 0,01 відповідає розрядженню акумулятора на 6,25 %. Ступінь розрядженості акумуляторної батареї треба визначати за найменшою густиною електроліту в одному з акумуляторів, при цьому рівень електроліту не повинен відрізнятися від норми більш ніж на 2...3 мм. При більшому зниженні рівня треба додати дистильовану воду до норми, зарядити батарею протягом 50...60 хв, а потім виміряти густину електроліту й урахувати температурну поправку. Звичайно вимірювання роблять при температурі 15 °С.



Густина електроліту визначають ареометром із точністю до 0,01 в усіх акумуляторних банках. Вона повинна бути для центральних районів СНД цілий рік 1,27 (зведена до 15 °С), для північних районів — більшою, для південних — меншою.

За вимірною густиною електроліту з урахуванням його густини повністю зарядженої батареї можна визначити ступінь розрядженості акумуляторних батарей, %:

$$C_p = 6,25 (\gamma_n - \gamma_b) 100,$$

де  $\gamma_n$  — початкова густина електроліту повністю зарядженої батареї, зведена до 15 °С, г/см<sup>3</sup>;  $\gamma_b$  — вимірне значення густини електроліту, зведене до 15 °С, г/см<sup>3</sup>.

Роботоздатність батареї оцінюють сталістю напруги під навантаженням, що відповідає роботі стартера. Перевірити роботоздатність акумуляторної батареї, встановленої на автомобілі, можна при запусканні двигуна стартером, оскільки її справність позначається на роботі стартера. Якщо стартер розвиває потужність, достатню для нормального запуску двигуна, то це свідчить про справність акумуляторної батареї. Оцінити роботоздатність акумуляторних батарей, знятих із автомобіля, можна, перевіривши напругу батареї під більшим навантаженням. Для цього застосовують навантажувальні вилки, які штучно збільшують навантаження, — воно стає таким, як навантаження при увімкненому стартері. Якщо показання вольтметра навантажувальної вилки протягом усього випробування (до 5 с) будуть стійкими і відповідатимуть 1,5...1,8 В, акумулятор справний. Категорично забороняється перевіряти роботоздатність батарей коротким замиканням на «іскру».

Діагностувати технічний стан пластин акумулятора без розбирання можна за допомогою спеціального кадмієвого електрода (рис. 9.2). Застосування такого додаткового електрода дає змогу виявити більшість несправностей негативних і позитивних пластин по кожному акумулятору окремо, в тому числі переплюсування пластин. Принцип діагностування ґрунтується на вимірюванні потенціалу пластин, які перевіряють, відносно електроліту.

У повністю зарядженому акумуляторі при справних пластинах потенціал позитивних пластин відносно електроліту становить 2,25...2,28 В (наприкінці зарядження підвищується до 2,55 В і більше), потенціал негативних пластин — 0,12...0,13 В (наприкінці зарядження знижується до 0,07...0,08 В). У цьому разі напруга акумулятора на затискачах полюсів становитиме

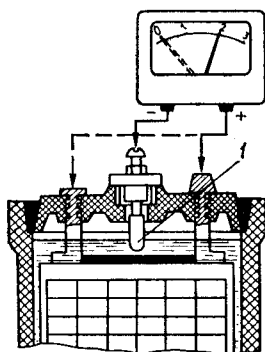


Рис. 9.2. Діагностування пластин акумуляторної батареї:

1 — кадмієвий електрод

2,13...2,15 В. У справному, але розрядженому — до 1,75...1,8 В акумуляторі потенціал позитивних пластин становитиме 1,9...2 В, негативних — 0,15...0,2 В. Ознакою несправності (зниження ємності) позитивних пластин буде зниження їхнього потенціалу відносно електроліту нижче від 1,9...1,95 В (залежно від густини електроліту). Потенціал несправних негативних пластин вищий від 0,2...0,25 В. Найточніші результати при використанні кадмієвого електрода будуть на акумуляторних батареях, розряджених до 1,75...1,8 В. Як вимірювальний прилад використовують вольтметр постійного струму на дві границі вимірювання — 0...0,3 і 0...3 В. Кадмієвий електрод провідником з'єднують із негативним затискачем вольтметра, а провід від позитивного затискача по черзі приєднують до позитивного і негативного виводів акумулятора. Залежно від стану акумуляторних пластин змінюватиметься показання вольтметра. Точність вимірювання можна підвищити, потримавши новий кадмієвий електрод в електроліті густиною 1,2...1,25 г/см<sup>3</sup> протягом не менш як 10 год і опустивши його перед початком вимірювань в електроліт акумулятора, який перевіряють, на 5...10 хв, якщо кадмієвий електрод був сухим.

З а р я д ж а ю т ь а к у м у л я т о р н і б а т а р е ї за допомогою різних пристроїв (випрямлячів струму або силових підзарядних агрегатів постійного струму. Батареї можна заряджати при сталій силі струму (акумулятори з'єднують між собою послідовно) або постійною напругою (акумулятори з'єднують між собою паралельно).

Акумуляторні батареї один раз на три місяці знімають і підзаряджають на акумуляторно-зарядній станції, а при тривалому зберіганні — один раз на рік проводять контрольно-тренувальний цикл (зарядження струмом нормального режиму з наступним розрядженням струмом 10-годинного розрядного режиму до напруги 1,7 В).

Нові батареї можна ставити на зарядження через 4...6 год після заливання електроліту, що складається з сірчаної кислоти й дистильованої води. Електроліт готують в ебонітовому, керамічному або фаянсовому посуді. При цьому слід пам'ятати, що для попередження опіків треба заливати тонким струменем кислоту в воду, а не навпаки.

У процесі зарядження періодично вимірюють температуру і густину електроліту. Коли починається сильне виділення газів і температура піднімається вище від 44 °С, зарядний струм знижують наполовину. Кінець зарядження визначається постійною напругою на застискачах акумулятора і сталою густиною електроліту, які не повинні змінюватись протягом не менше як трьох годин.

Кількість  $r$  підімкнених батарей, що заряджаються при сталій силі струму, обчислюють за формулою

$$r = U/2,7,$$

де  $U$  — напруга в мережі, В; 2,7 — напруга наприкінці зарядження акумуляторів, В.

Батарей заряджають у два ступені; на другий ступінь переходять, коли починається газовиділення (зменшують силу струму на 50 %). Основна перевага заряджання цим способом — можливість регулювати силу струму, що дає змогу робити звичайне підзаряджання нових батарей; недоліки — велика тривалість заряджання, усі підімкнені батареї повинні мати однакову ємність, необхідність весь час стежити за силою струму.

Батарей різної ємності можна заряджати при сталій напрузі. Цей спосіб менш тривалий, але він не дає змоги регулювати силу зарядного струму (початковий зарядний струм створює загрозу перевантаження зарядного пристрою). Тому заряджання при сталій напрузі найзручніше для чергових прискорених підзаряджань батарей.

Обидва способи заряджання акумуляторних батарей мають спільні недоліки: відносно велику тривалість (10...14 год); ємність акумулятора після 10...12 зарядних циклів внаслідок сульфатації пластин і неповного формування активної маси знижується на 20...25 %; потребу проведення контрольних тренувальних циклів для зняття сульфатації пластин; значні витрати електричної енергії у зарядних опорах та автотрансформаторах. Крім того, застосовувані для цього зарядні пристрої також мають істотні недоліки: на селенових не можна одночасно заряджати більше 6...9 акумуляторних батарей; ртутні складні в експлуатації і споживають багато електроенергії; роторно-генераторні мають низький ККД і потребують старанного догляду.

Перелічені недоліки усуває установка для прискореного заряджання акумуляторних батарей, в основу якої покладений принцип використання постійного струму змінної полярності. Суть її в тому, що пластини акумуляторних батарей зазнають анодної і катодної поляризації, яка забезпечується періодичною зміною напрямку струму, що підводиться до затискачів батарей, які заряджаються. Періодична зміна напрямку струму створює умови для відновної реакції і росту кристалів усередині активної маси. Ці фактори позитивно впливають на механічну міцність пластин та електричні характеристики акумулятора. Режим заряджання такий: протягом 5 хв батарею заряджають струмом, що дорівнює  $1/3...1/5$  її ємності, потім провадиться розряджання протягом 25...35 с струмом, який дорівнює  $1/3...1/5$  ємності акумулятора. Ці цикли повторюються протягом усього заряджання.

Закінчення заряджання визначають за густиною електроліту. Якщо протягом 30 хв густина не змінюється, процес заряджання вважають закінченим. Такий режим заряджання дає змогу в 3...3,5 рази скоротити тривалість процесу заряджання (температура електроліту й інтенсивності газовиділення при цьому не вищі, ніж при заряджанні постійним струмом у нормальному режимі); зменшити мінімально необхідну напругу для заряджання однієї батареї, що дає змогу при одній і тій самій напрузі джерела заряджати більше аку-

муляторних батарей, збільшити на 10...25 % термін служби їх за рахунок зниження температури електроліту і сповільнення корозії решіток позитивних пластин. На установці одночасно заряджають від однієї до тридцяти акумуляторних батарей.

У деяких АТП акумуляторні батареї заряджаються мікрострумами (20...500 мА). Для цього батареї, коли автомобіль не експлуатується, підмикають до зарядного агрегату до повної зарядки. Такий спосіб заряджання має переваги порівняно з раніше розглянутими. Для заряджання великої кількості акумуляторних батарей потрібні малогабаритні агрегати малої потужності. Крім того, не витрачається електроенергія на перезаряджання батарей і наступне доведення їх до норми. Акумуляторні батареї можуть заряджатись безпосередньо на автомобілі в будь-який час доби. При заряджанні мікрострумами кришки банок батарей не відкривають, водню при цьому виділяється мало, що поліпшує санітарні умови робочих місць. Заряджати мікрострумами можна при постійних зарядному струмі і напрузі. Другий варіант (при постійній напрузі), незважаючи на трохи більшу вартість зарядного агрегату (на 10...15 %), має низку переваг: немає потреби контролювати процес заряджання, зменшується і полегшується праця акумуляторника, спрощується електрична схема.

«Сухозаряджені» акумуляторні батареї приводять у робочий стан після тригодинного просочування електролітом і п'ятигодинного підзаряджання. Такі батареї заливають електролітом, сірчана кислота інтенсивно взаємодіє з оксидом свинцю, в результаті чого на поверхні і в порах активних мас негативних пластин утворюється сульфат свинцю, що, по суті, еквівалентно втраті заряду батареї. Цією ж реакцією пояснюються зниження густини електроліту і деяке підвищення температури під час просочування пластин.

Таким чином, запас енергії «сухозарядженої» батареї після заливання її електролітом може виявитись недостатнім для того, щоб забезпечити надійний запуск двигуна стартером при негативних температурах. Тому після заливання і 3 год просочування електролітом батарею протягом 5 год заряджають мінімальним струмом відповідно до ТУ. Цей метод слід застосовувати в усіх випадках, коли підприємство має відповідне устаткування і час на заряджання акумуляторних батарей.

На практиці часто виникають обставини, коли треба терміново привести в робочий стан акумуляторні батареї після зберігання їх у сухому вигляді. Для таких випадків, як виняток, акумуляторні батареї можна ставити на автомобілі після 3 год просочування їх електролітом без підзаряджання, якщо густина електроліту знизилась за цей час не більш ніж на  $0,04 \text{ г/см}^3$ . Ці рекомендації не ефективні для зимових умов.

При негативних і позитивних температурах акумуляторні батареї, що зберігаються в сухому вигляді, можна прискорено привести в

робочий стан методом, основою якого є ефект підвищення енергоємності свинцевого акумулятора в результаті заливання електролітом, температура якого близько 40 °С. Більш високу температуру застосовувати не слід, оскільки сепаратори із міпласту при температурі 50 °С розм'якшуються і можуть частково жолобитись.

Слід пам'ятати, що температура самої батареї перед заливанням її електролітом порівняно мало впливає на температуру після заливання. Це можна пояснити тим, що теплоємність електроліту становить 86...88 % загальної теплоємності акумулятора. Використання цього методу в експлуатації показало, що надійність наступного використання батарей не знижується, час стартерного розрядження збільшується приблизно на 1 хв, чого досить для забезпечення надійного запуску двигуна при негативних температурах.

Для легкого запуску двигуна, крім інших вимог при безгаражному зберіганні, потрібне розігрівання охолоджених акумуляторних батарей до позитивної температури і створення нормальних умов розрядження і зарядження безпосередньо на автомобілі за межами підприємства, обладнаного спеціальними засобами розігрівання.

Найдосконаліший спосіб розігрівання акумуляторних батарей показаний на рис. 9.3. Він дає змогу забезпечити приведення батареї в роботоздатний стан після тривалого охолодження на автомобілі при температурі навколишнього середовища —40...—45 °С не більш ніж за 30 хв, тобто за час, що відповідає підготовці двигуна до пуску. При цьому забезпечується також можливість повітряного розігрівання електроліту до позитивних температур гарячим повітрям від джерела теплоти (наприклад, калориферної установки), яке дістає електроживлення від цієї охолодженої батареї.

Розігріваються акумуляторні батареї так: нагріте повітря надходить усередину дерев'яного футляра крізь отвори 8 і, проникаючи

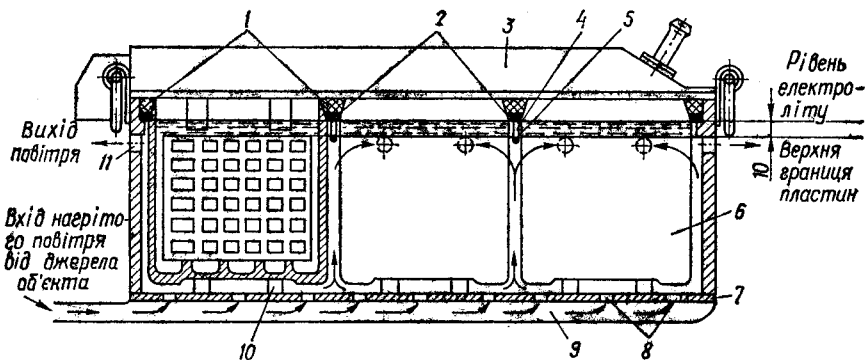


Рис. 9.3. Дослідна обігрівна акумуляторна батарея:

1 — мастика; 2 — азбестовий поясок; 3 — кришка; 4 — решітка; 5 — стяжний болт; 6 — бачок; 7 — днище; 8, 11 — отвори; 9 — піддон; 10 — прокладки

в зазори між банками, віддає теплоту, а крізь отвори *II* виходить назовні.

Відомі й інші способи розігрівання акумуляторних батарей (подачею теплоти від змієвика з гарячою водою, розміщеного у нижній частині контейнера з акумуляторами; відпрацьованими газами котла підігрівника або газових ламп, що подаються всередину контейнера з акумуляторами; електронагрівником, вмонтованим у корпус акумулятора; зовнішнім обігріванням акумуляторів гарячим повітрям від калориферної установки та ін.). Проте вони мають обмежене застосування через значні недоліки: ненадійна ізоляція нагрівальних елементів, мала ефективність розігрівання електроліту, потрапляння газів у кабінку тощо.

Створено акумуляторні батареї з спільною кришкою (6СТ-75А, 6СТ-65, 6СТ-190А), що мають приховані перемички. У цих акумуляторів немає мастики і коміркових кришок. Моноблоки виготовлені з термопластичних матеріалів. Це спростило обслуговування їх; практично виключаються механічні пошкодження моноблоків при експлуатації, оскільки термопласт значно міцніший за ебоніт і асфальтопек, які застосовували раніше.

Для решітки позитивних електродів (пластин) застосовують миш'якові сплави. Це дало змогу підвищити їхню корозійну стійкість. В активну масу замість застосовуваних раніше склосепараторів введені синтетичні волокна, що поліпшило електричні параметри акумуляторних батарей при зниженні витрати свинцю. Поліпшенню пускових якостей батарей, підвищенню їхніх електричних параметрів сприяє також застосування синтетичних сепараторів, тонших електродів і коротких міжелементних з'єднань через перегородки моноблока.

Своєчасне і з урахуванням конструктивних змін ТО акумуляторних батарей дає змогу значно збільшити термін їхньої служби.

Сучасні акумуляторні батареї приводять у робочий стан так. Якщо з моменту виготовлення батареї минуло менше року, банки розгерметизовують (видаляють плівку або зрізують виступи пробок) і заливають електроліт. Через 20 хв батарею можна експлуатувати. У тих випадках, коли батарею після приведення в робочий стан ставлять на зберігання, її треба попередньо підзарядити. Акумулятори, з моменту виготовлення яких минуло більше року, потребують також підзарядження.

За свій термін служби акумулятора батарея може віддати тільки певну кількість енергії. Повне розрядження акумулятора відповідає приблизно 0,5...1 % терміну його служби. Тому при підготовці батарей до експлуатації не слід застосовувати штучні (тренувальні) розрядження.

Сучасні акумуляторні батареї потребують очистки поверхні кришки від забруднення, своєчасного контролю рівня електроліту в банках і в разі потреби доливання дистильованої води, старанного конт-

ролю за станом приладів електроустаткування. Для підзаряджання батарею знімають із автомобіля тільки в разі її відказу.

Тепер з'явилися малообслуговувані акумулятори, в яких решітки електродів виготовлені з особливих безсурм'яних сплавів із додаванням кальцію, стронцію, олова, міді, сірки, селену. Відомі також комбінації, при яких у сплав решіток позитивних електродів додають сурму і кадмій (по 1,5 %), а для негативних електродів використовують безсурм'яні сплави. У конструкції таких батарей враховані останні досягнення науки. Вони мають підвищену потужність при стартерному розряджанні. Це забезпечується в основному застосуванням тонких електродів із поліпшеною конфігурацією решіток із низьколегованих сплавів з малим електроопором високопористих тонкостінних сепараторів і коротких міжаккумуляторних з'єднань.

Малообслуговувані батареї при позитивних температурах мають зарядні характеристики, близькі до характеристик серійних батарей. Зниження рівня електроліту малообслуговуваних батарей істотно нижче. Автомобілі з такими батареями можуть експлуатуватись без доливання дистильованої води практично протягом 1,5...2 років при пробігу автомобіля 30...50 тис. км. При запасі електроліту і зарядній напрузі в межах норми воду можна не доливати і при більшому пробігу. Підзаряджати такі батареї при зберіганні треба значно рідше, ніж серійні. Зарядженість після 6 місяців зберігання може становити 65...75 %, після року — 40...50 %. Тому при зберіганні батарей такого типу контролювати густину електроліту треба не частіше як один раз на 6...7 місяців. Якщо густина електроліту в батареї знизиться до 1,23...1,22 г/см<sup>3</sup>, батарею слід підзарядити.

На термін служби батарей істотно впливає середній ступінь зарядженості, при якій їх експлуатують. Усталений ступінь зарядженості в експлуатації не залишається завжди сталим. Він залежить від температури батареї, сили струму і тривалості розряджання при русі автомобіля, а також регульованої напруги генератора. Дослідження показали, що не слід допускати зниження ступеня зарядженості батарей нижче від 75 % (це скорочує термін їхньої служби).

На ресурс акумуляторних батарей дуже впливає напруга струму, що виробляється генератором. Підвищена напруга призводить до надміру великих струмів заряджання акумулятора (перезаряджання), мала — до систематичного недозаряджання його. Перезаряджання і недозаряджання знижують термін служби батарей. У зв'язку з цим дуже важливо стежити за підтриманням напруги генератора в установлених заводом-виготовлювачем межах. У зимових умовах і при русі вночі підтримуванню нормальної напруги треба приділяти особливу увагу. Це пов'язано з тим, що із зниженням температури електроліту знижується сила струму заряджання, оскільки зростає внутрішній опір батареї. Взимку і вночі у автомобіля вмикаються додаткові споживачі енергії, що збільшує силу струму

і час розряджання. Треба стежити за середньою швидкістю руху автомобіля і натягом паса приводу генератора, оскільки зниження швидкості й ослаблення паса призводять до зростання тривалості розряджання. Практика показала, що не додержання цих рекомендацій може знизити термін служби батарей у 1,5...2 рази і більше.

На довговічність акумуляторних батарей істотно впливає своєчасне доливання в електроліт дистильованої води для підтримування нормального його рівня. Обслуговування з недодержанням цього правила скорочує ресурс батарей до 30 %. Доливати дистильовану воду в електроліт в зимових умовах треба безпосередньо перед запусканням двигуна, щоб уникнути замерзання батарей. Перед перевіркою рівня електроліту прочищають вентиляційні отвори в пробці, якщо вони забиті брудом. Коли цього не зробити, може статись спучування мастики.

При зниженні рівня електроліту після випліскування або внаслідок інших подібних втрат в акумулятор доливають не дистильовану воду, а електроліт. Густина електроліту після цього має бути такою самою, як і до випліскування.

Коли сучасні акумуляторні батареї правильно експлуатують, у них не буває необоротної сульфатації. Тому проводити контрольно-тренувальні цикли (весною і восени) для усунення цього явища немає потреби. Не треба також змінювати густину електроліту залежно від пори року (за винятком зони холодного клімату). Усе це значно спрощує обслуговування акумуляторів.

Для сучасних акумуляторних батарей термін служби визначають залежно від інтенсивності експлуатації автомобілів. Наприклад, для планування термін служби акумуляторних батарей вантажних автомобілів у центральних районах країн СНД беруть:

| Модель автомобіля                       | ГАЗ-53 | ЗІЛ-130 | МАЗ | КрАЗ |
|---|--------|---------|-----|------|
| Інтенсивність експлуатації, тис. км/рік | 130    | 65 120  | 80  | 120  |
| Термін служби, міс.                     | 31     | 36 22   | 31  | 24   |

З тією ж метою термін служби акумуляторних батарей легкових автомобілів у центральних районах СНД визначають:

|  |                         |                   |
|--|-------------------------|-------------------|
| Інтенсивність експлуатації автомобілів, тис. км/міс. | $0 < V \leq 4,5$        | $4,5 < V \leq 12$ |
| Термін служби, міс.:                                 |                         |                   |
| нижня границя $t_n$                                  | $35V - 0,64V^2$         | $25,3V^{-0,29}$   |
| верхня границя $t_b$                                 | $47,7...6,4V - 0,31V^2$ | $28,1V^{-0,27}$   |

В умовах Крайньої Півночі (нижче  $-40^\circ\text{C}$ ) при експлуатації на великих відстанях між населеними пунктами, щоб уникнути відказу батарей під час рейсу, не слід експлуатувати акумуляторні бата-



реї до повного спрацювання, оскільки це може поставити водіїв у скрутне становище. У таких умовах акумуляторні батареї доцільно замінити примусово восени, перед початком зими, після 2 р. експлуатації.

Для автомобілів, які експлуатують у режимі таксі (інтенсивність  $4,5 < V \leq 12$  тис. км/міс.). термін служби акумуляторних батарей, міс.,

$$t = 26,8V^{-0,28}.$$

Термін служби батарей, що експлуатуються індивідуальними власниками і в сфері обслуговування організацій і підприємств (інтенсивність експлуатації  $0 < V \leq 4,5$  тис. км/міс.), обчислюють за формулою

$$t = 41,6 - 3,7V - 0,17V^2.$$

### 9.3. Генераторні установки і реле-регулятори

Сучасні генераторні установки досить довговічні і надійні при правильному догляді за ними під час експлуатації. Діагностування генератора охоплює такі операції: зовнішній огляд якоря, колектора, щіток; визначення частоти обертання генератора на початок і повну віддачу; перевірку температури його нагрівання; виявлення шумів і стукоту та перевірку стану деталей генератора за допомогою спеціального обладнання. Особливу увагу при цьому треба приділяти щіткам, оскільки якість роботи генератора залежить від доброго контакту щіток із колектором. Причинами порушення контакту можуть бути забруднення колектора, спрацювання щіток і колектора, заїдання щіток у щіткотримачах, ослаблення пружин, які притискають щітки до колектора.

Під час роботи генератора поверхня колектора темнішає, набирає червонувато-коричневого відтінку. Такий колір свідчить про справність генератора. Кольори мінливості і синюватий відтінок колектора з'являються в результаті його перегрівання. У такому разі генератор треба старанно перевірити для з'ясування причини несправності. Забруднений колектор протирають чистою тканиною, намоченою в бензині. Підгорілу поверхню колектора зачищають скляним папером С-100. Не можна користуватися наждачною шкуркою, оскільки наждачний пил, забиваючись у зазори між колекторними пластинками, спричинює коротке замикання секцій обмотки якоря. Дуже спрацьовані колектори проточують. Щітки, спрацьовані більше, ніж наполовину або пошкоджені, замінюють новими. Перед установленням їх протирають по профілю скляним папером.

Причинами підвищеного нагрівання генератора ( $50^\circ\text{C}$  і вище) можуть бути надмірний натяг паса, спрацювання підшипників якоря, замикання в обмотці якоря або колектора. Температуру визна-

чають спеціальними приладами (термометрами) на дотик. Шуми і стукіт можуть бути спричинені спрацюванням підшипників, щіток, надмірним натягом паса та ін. Рівень шумів визначають на слух і за допомогою шумомірів.

У системі запалювання перевіряють такі прямі (структурні) *діагностичні параметри*: початковий кут випередження запалювання; кут випередження запалювання, що створюється відцентровим або вакуумним автоматом; кут повороту вала двигуна, що відповідає замкнутому стану контактів переривача; зазор між контактами переривача; асинхронізм іскроутворення; зазор між втулкою і валіком розподільника високої напруги; радіальне биття кулачка переривача; електричну ємність конденсатора; електричний опір обмоток котушки запалювання; пробивну напругу ізоляції проводів високої напруги; зазор між електродами свічки; вторинну електричну напругу; електричний опір високовольтних проводів; електричний опір ізоляції свічки.

Технічне обслуговування *генераторів змінного струму* не відрізняється від ТО генераторів постійного струму, за винятком профілактичних робіт на обслуговуванні випрямлячів (селенових і з кремнієвими діодами). У випрямлячів можуть бути такі основні несправності: замикання на масу, порушення контакту з масою автомобіля, пробій селенових шайб або діодів, старіння випрямлячів. Для попередження й усунення цих несправностей випрямлячі треба тримати в чистоті, не перегрівати, періодично продувати стиснутим повітрям (для видалення пилу) і перевіряти їхні кріплення.

Реле-регулятори обслуговують не менше двох разів на рік: очищують, перевіряють технічний стан і в разі потреби регулюють зазори між контактами.

#### **9.4. Прилади запалювання**

Для нормальної роботи двигуна система запалювання повинна забезпечувати напругу не менш як 15 000 В. Струм високої напруги трансформується в котушці запалювання із струму низької напруги, що надходить від акумуляторної батареї або генератора.

У процесі експлуатації автомобілів можуть бути випадки зниження низької напруги, що впливає надалі на утворення струму високої напруги. Причинами зниження струму низької напруги можуть бути окислення, ослаблення або підгоряння різних контактів і з'єднань, розрегулювання контактів переривача (зміна кута замкнутого стану), несправності конденсатора та ін.

Надійна робота двигуна залежить також від стану ізоляції всіх ділянок кола високої напруги. На втрату струму в цьому колі дуже впливають забрудненість ізоляторів свічок і кришки розподільника,

тріщини в ізоляторах, забрудненість пилом і маслом зруйнованих або з пробитою ізоляцією проводів та інші несправності. Втрати струму знижують напругу на електродах свічок, є причиною слабкої іскри, перебоїв у роботі двигуна.

Головним в обслуговуванні системи запалювання є тримання приладів кола низької напруги в стані, який забезпечує здобуття максимально можливого струму в первинній обмотці котушки запалювання, підтримання необхідної ізоляції приладів і проводів кола високої напруги, встановлення запалювання і перевірка автоматів випередження запалювання.

До основних несправностей системи запалювання слід віднести такі: руйнування ізоляції проводів і замикання їх на масу; порушення щільності контакту в місцях з'єднань; обгорання або окислення контактів переривача; зміна зазора між контактами, ослаблення їхнього кріплення; несправність конденсатора; забризкування маслом електродів свічок запалювання і покриття їх нагаром; зміна зазора між електродами, утворення тріщин в ізоляторі і порушення герметичності свічок; розриви і замикання в обмотках котушки запалювання; неправильне початкове встановлення випередження запалювання; несправності регуляторів випередження запалювання та ін.

Для діагностування системи запалювання є багато різних приладів. Один із них — осцилокопичний пристрій (рис. 9.4). Цей прилад дає змогу випробувати первинну обмотку при заземленні обох полярностей, виміряти у відсотках кут замикання, випробувати вторинну обмотку запалювання; виміряти високу напругу, кут випередження запалювання, частоту обертання колінчастого вала. На підставі картин запалювання первинної і вторинної обмоток, значення випередження запалювання, а також частоти обертання колінчастого вала

можна швидко і з великою надійністю визначити несправну деталь.

Найбільше несправностей припадає на *свічки запалювання і переривач-розподільник*. Ознаками несправності свічок запалювання є важкий пуск і перебої в роботі, а іноді й зупинка двигуна. Є кілька способів перевірки роботи свічок на автомобілі.

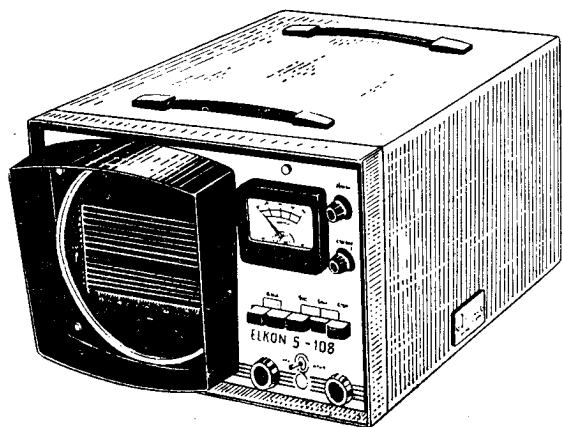


Рис. 9.4. Осцилокопичний пристрій для випробувань двигунів

Найпростіші з них такі: перевірка послідовним замиканням на масу центрального електрода свічки за допомогою викрутки з дерев'яною ручкою; перевірка регулярності спалахів у циліндрі індикатором з неонову лампою за допомогою різних електронних тестерів. Свічки, зняті з двигуна, випробовують і очищають від нагару на спеціальних приладах. Свічку очищають від нагару в піскоструминній камері кварцевим піском разом із потоком повітря, яке подається до робочої частини свічки. Якість іскроутворення визначають, порівнюючи роботу свічки, яку перевіряють, і контрольної свічки. Справна свічка має між електродами безперерйне яскраве з світло-фіолетовим відтінком іскріння. Зазори в електродах регулюють, підгинаючи бічні електроди. Взимку вони повинні бути меншими. Несправні свічки заміняють новими.

Основними діагностичними ознаками несправності котушок запалювання є ослаблення або припинення іскрового розрядження. Тому котушки запалювання на спеціальних приладах перевіряють на безперерйне іскроутворення і величину вторинної напруги. Довжина іскри при справній котушці повинна бути 5...7 мм. У процесі експлуатації перевіряють також герметичність і температуру котушок запалювання. Несправні котушки заміняють.

Основними діагностичними ознаками несправностей переривача-розподільника є перебої в роботі двигуна, підвищення іскроутворення в контактах переривача або повний відказ у роботі двигуна. При діагностуванні переривача-розподільника визначають кут замкнутого стану контактів, стан контактів і конденсатора, а також кріплення переривача-розподільника та його елементів.

Обслуговування *контактно-транзисторних систем запалювання* аналогічне обслуговуванню акумуляторних батарей, за винятком періодичності (вона значно більша). Додатково виконують роботи, пов'язані з попередженням та усуненням несправностей, властивих їхній конструкції. Це регулювання пружини, чистка контактів, заміна транзисторів тощо.

Однією з головних профілактичних робіт є встановлення запалювання. Перед здійсненням цієї операції перевіряють стан контактів переривача і в разі потреби регулюють зазор. Для регулювання його відпускають стопорний гвинт і ексцентриковим гвинтом повертають пластину з нерухомим контактом у потрібний бік. Після встановлення нормального зазора пластину закріплюють стопорним гвинтом.

Зазор перевіряють у положенні найбільшого розмикання контактів щупом. Потім викручують свічку з першого циліндра і визначають такт стиску. Стрілка октан-коректора при цьому повинна бути в нульовому положенні. Початок такту стиску визначають за вистрелюванням пробки, яка закриває свічний отвір у першому циліндрі. Остаточно встановлюють поршень у верхню мертву точку за збігом установочних стрілок на картерах попереду або ззаду двигуна

і міток на шківу колінчастого вала або маховика. Після цього вмикають запалювання і спочатку повертають корпус переривача до повного замикання контактів, а потім — у зворотний бік до положення, що відповідає початку розмикання контактів. У цьому положенні корпус переривача закріплюють. Кришку розподільника ставлять на місце, а також приєднують високовольтні проводи відповідно до порядку роботи двигуна. Остаточний момент запалювання уточнюють за величиною випередження запалювання, коли немає ознак детонації, на нормальних навантаженнях при плавності їхнього зростання.

У транзисторній системі запалювання (порівняно із звичайною) контактний переривач працює у значно розвантаженому режимі як за зворотною напругою (у 20...30 разів), так і за струмом (у 5...10 разів). При такій малій силі струму і напрузі невелика плівка масла або бруд на контактах призводять до порушення первинного кола. Тому при експлуатації автомобілів треба стежити за чистотою контактів.

Установлюючи транзисторний прилад запалювання, треба обережно зачистити контакти переривача. Потім промити чистим бензином і встановити мінімально допустимий зазор між контактами (0,8...1 мм). Не рідше одного разу на три місяці рекомендується промивати контакти чистим бензином.

На проводи високої напруги бажано надіти поліхлорвінілову або фторопластову трубку (оскільки вторинна напруга зростає при застосуванні транзисторних систем запалювання).

У сучасних автомобілях (КамАЗ та ін.) широко застосовують напівпровідникові *реле-регулятори*, що є невід'ємною складовою частиною генераторних установок змінного струму. У цих регуляторах функції вимірювання, підсилення, формування і регулювання імпульсів виконують транзистори, діоди і стабілітрони. До складу схем регуляторів входять також резистори, конденсатори та інші елементи. Відказ або несправність будь-якого з перелічених елементів призводить до порушень у роботі системи електроустаткування. Наприклад, у разі пробою переходу емітер — колектор або емітер — база силового транзистора реле-регулятора спостерігається збільшення напруги у бортовій мережі, що призводить до «кипіння» електроліту акумулятора, те саме буває і при обриві в колі терморезистора. Регулятор повністю відказує при обривах у колі діодів і електродів силового транзистора.

Загальне діагностування реле-регулятора за рівнем регульованої напруги (тобто визначення справності реле-регулятора) роблять за допомогою діагностичних приладів (Э-205, Э-214 та ін.) при працюючому двигуні.

Поелементне діагностування реле-регуляторів проводиться при знятті їх з автомобіля, розкриванні і випробуванні окремих транзисторів, конденсаторів тестером або на спеціальних приладах. При

| Несправність              | Підімкнення до затискачів реле |           |           |
|---------------------------|--------------------------------|-----------|-----------|
|                           | „+“ у „Ш“                      | „+“ у „М“ | „Ш“ у „М“ |
| Справний реле-регулятор   |                                |           |           |
| Пробій діода Д202Г        |                                |           |           |
| Пробій діода Д818Б        |                                |           |           |
| Пробій транзистора КТ805А |                                |           |           |

а

| Несправність                   | Підімкнення до затискачів реле |                |                |
|--------------------------------|--------------------------------|----------------|----------------|
|                                | „Прк,1“ „Мк,2“                 | „Прк,2“ „Мк,3“ | „Прк,1“ „Мк,3“ |
| Справний реле-регулятор        |                                |                |                |
| Обрив у колі стабілітрона Д808 |                                |                |                |
| Обрив у колі діода КД-202Г     |                                |                |                |

б

Рис. 9.6. Характер осцилограми реле-регуляторів РР-356 (а) і РР-350 (б)

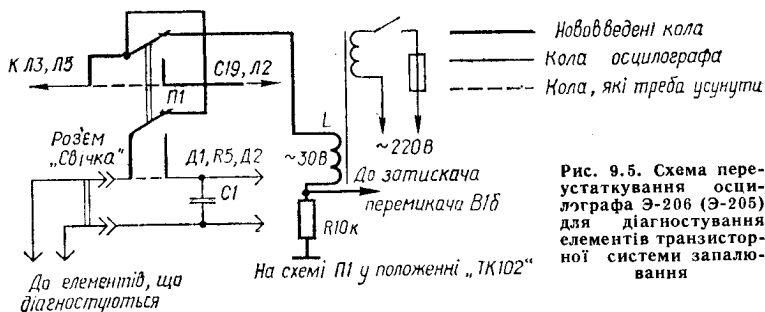


Рис. 9.5. Схема перестаткування осцилографа Э-206 (Э-205) для діагностування елементів транзисторної системи запалювання

цьому можливі «холості» перевірки. Роботу виконує електрик високої кваліфікації. Зменшити трудомісткість робіт при одночасному підвищенні якості поелементного діагностування (без запускання двигуна) можна, застосовуючи стандартний осцилограф Э-206, дообладнаний за нескладною схемою (рис. 9.5). Реле-регулятор, який діагностують, підмикають до осцилографа. На екрані осцилографа видно нерухомі фігури, вигляд яких дає змогу визначити несправність реле-регулятора, а також елемент, що відказав.

Для діагностування реле-регулятора РР-356 автомобіля КамАЗ треба двома затискачами провода осцилографа доторкнутись по черзі до затискачів регулятора в такій послідовності: «+» і Ш, «+» і М, Ш і М. Осцилограми справного реле-регулятора РР-356 та його характерні несправності показані на рис. 9.6, а.

Для діагностування реле-регулятора РР-350 автомобіля треба проводи осцилографа з позначеннями Пр і М приєднати до затискачів реле 1, 2, 3 у такій послідовності: Пр — 1 і М — 2, Пр — 2 і М — 3, Пр — 1 і М — 3. Осцилограми справного реле-регулятора РР-350 і деякі характерні несправності показані на рис. 9.6, б.

### 9.5. Стартер. Прилади освітлення, сигнальні і контрольно-вимірювальні

**Стартер** може мати такі основні несправності: стартер не включається; зменшена його потужність; шестірні стартера заклинюються в шестірні маховика; пробуксовує муфта вільного ходу; шестірня б'є об шестірню маховика, реле стартера вмикає його і відразу ж вимикає; шестірня стартера не входить у зачеплення з вінцем маховика; стартер після пуску двигуна не відключається та ін. Ці несправності можуть бути спричинені розрядженістю акумуляторної батареї; спрацюванням механізмів стартера; обривами в колі обмоток реле; порушенням електричних з'єднань усередині стартера; відсутністю контакту щіток з колектором внаслідок заїдання щіток у щіткотримачах, недостатнього контакту з щітками, забруднення,

підгоряння або спрацювання поверхні колектора, підгоряння контактів реле; відсутністю контакту в колі стартер — батарея; коротким замиканням в обмотках стартера; спрацюванням підшипників та ін.

Роботу стартера на автомобілі можна перевірити за допомогою спеціальних приладів у режимі повного гальмування за силою споживаного струму і спадання напруги в електричному колі стартера. Між стартером і акумуляторною батареєю попередньо вмикають шунт. Стартери, зняті з автомобіля, перевіряють на стендах. При цьому за допомогою динамометра визначають крутий момент, продувають корпус повітрям; перевіряють стан колектора, щіток і контактів увімкнення. Колектор чистять скляною шкуркою із зернистістю № 100. Періодично перевіряють кріплення стартера.

Для приладів освітлення характерні такі несправності: відсутність світла (при справних джерелах живлення) внаслідок перегорання ниток ламп, несправності вимикачів, порушення контактів; відказ усієї системи освітлення автомобіля внаслідок короткого замикання у колі або приладах освітлення; неправильне регулювання їхнього положення на автомобілі. Правильне встановлення фар — одна з умов гарантування безпеки руху. Положення фар перевіряють і регулюють за допомогою *настінних* або *переносних екранів* чи спеціальних пересувних (або переносних) оптичних приладів. *Оптичний прилад* (рис. 9.7) призначений для діагностування і настроювання фар різних систем, випробування сили світла за допомогою фотометра. Можна швидко і точно робити настроювання. Вимірювальну шафу установки пересувають по стовпу і встановлюють на потрібній висоті за допомогою ланцюгового привода. Стовп міститься на стенді, що має дві пари коліс, які забезпечують легке пересування його. Вимірювальну шафу встановлюють в оптичній осі фар за допомогою подвійного орієнтування. На випробувальному екрані без спотворень видно пропорційно зменшений промінь фари. Вмонтована у вимірювальну шафу двовипукла лінза практично без втрат збирає світлові промені. Фотоелектричний фотометр показує на світлій шкалі силу світла. Контролюють стан проводки, з'єднань і кріплень, яскравість фар. Очищають від бруду і пилу відбивачі і розсіювачі фар та ліхтарів.

**Контрольно-вимірювальні прилади** перевіряють за допомогою установок Э-204 та ін. Несправні прилади заміняють.

На автомобілях КамАЗ встановлені сучасні *контактно-транзисторні переривачі показників поворотів* РС-951. Традиційні методи

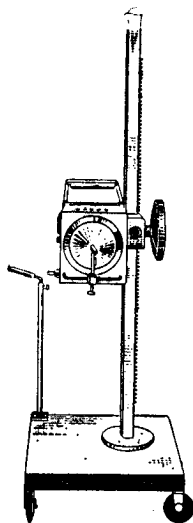


Рис. 9.7. Оптичний прилад для настроювання фар



визначення технічного стану напівпровідникових приладів електростаткування дають змогу робити тільки загальне діагностування за принципом «придатний — непридатний» або ж потребують зняття приладів з автомобіля, розкриття їх і поелементної перевірки усіх деталей, з яких вони складаються (тріодів, діодів, резисторів, конденсаторів), що призводить до значних затрат часу.

Більш перспективне застосування комплексних методів і засобів діагностування. Один із них — метод тестового контролю. Реалізація тестового діагностування полягає у виробленні і подачі на прилад, який перевіряють, системи електростаткування вхідних сигналів (дій) і прийманні вихідних сигналів на екрані осцилографа у вигляді осцилограм, що характеризують технічний стан діагностованого приладу. Цей метод дає змогу діагностувати на рівні загального і поелементного діагностування.

З погляду діагностування переривач показчиків повороту РС-951 можна поділити на дві частини: першу — електронний генератор імпульсів струму, другу — блок електромагнітних реле.

Як тестові входи і виходи для діагностування електронного генератора використовують затискачі на реле переривача поворотів із маркуванням «—», *П*, «+», а для електромагнітних реле — затискачі *ЛТ*, *ПТ*, *ЛБ*, *ПБ*, *ЛП*, *ПП*.

Можливі характерні несправності: пробій емітерно-колекторного переходу транзисторів *V1* і *V3*; обрив або пробій діодів *V4...V7*; згоряння або обрив обмоток електромагнітних реле. Ці несправності можна визначити за допомогою осцилографа Э-206 так. Із переривача РС-951 знімають з'єднувальне роз'єднання. По черзі доторкаються выводами *М* і *ПР* осцилографа до выводів «—» і *П* переривача показчиків поворотів у послідовності *М* до «+» і *П*, перемикають їх накоротко і *ПР* до «—», *М* до «+» і *ПР* до *П*, *М* до «—» і *П*, також перемикають їх накоротко і *ПР* до «+». На екрані осцилографа з'являються фігури, за якими можна безпомилково визначити, який із елементів генератора прямокутних імпульсів несправний.

Реле *Р2* діагностують так. Вивід *М* осцилографа підмикають до затискача *ЛБ*, а вивід *ПР* — до затискача *ЛТ* переривача показчиків поворотів. Потім вивід *М* підмикають до затискача *ПБ*, а вивід *ПР* — до затискача *ПТ*.

Діагностуючи реле *Р3*, вивід *М* підмикають до затискача *ЛБ*, а вивід *ПР* — до затискача *ЛП*. Потім вивід *М* підмикають до затискача *ПБ*, а вивід *ПР* — до затискача *ПП* переривача показчиків поворотів.

Переривач показчиків поворотів діагностують, не знімаючи його з автомобіля. Виявивши несправність, із корпусу виймають друковану плату, а корпус залишається на автомобілі. Несправний елемент заміняють в електроцепу.

## Контрольні запитання

1. Які основні несправності акумуляторних батарей та їхні причини?
2. Як діагностують технічний стан акумуляторних батарей?
3. Як приготувати електроліт?
4. Як заряджають акумуляторні батареї?
5. Які роботи виконують при ТО генераторних установок і реле-регуляторів?
6. Які роботи виконують при ТО приладів запалювання?
7. Які роботи виконують при ТО стартерів?
8. Які роботи виконують при ТО приладів освітлення, сигналізації та контрольно-вимірювальних?
9. Які особливості ТО обслуговування контактнo-транзисторних систем запалювання?
10. Як установити запалювання?

## Глава 10

### КОНТРОЛЬНО-ДІАГНОСТИЧНІ, РЕГУЛЮВАЛЬНІ, КРІПІЛЬНІ ТА ІНШІ РОБОТИ НА ТРАНСМІСІЇ АВТОМОБІЛЯ

#### 10.1. Зчеплення

**Трансмiсія автомобiля** працює в умовах високих знакозмiнних динамiчних навантажень. Основнi її робочi деталi бiльше часу перебувають пiд високими питомими навантаженнями i напруженням. Тому виникають труднощi досягнення потрiбної надiйностi i довговiчностi трансмiсiї при експлуатацiї автомобiлiв.

При *загальному* *дiагностуваннi трансмiсiї* визначають механiчнi втрати пiд час руху автомобiля накатом, шуми i перегрiвання агрегатiв, самочинне вклучання передач або труднощi вклучання їх при ходових i стендових випробуваннях автомобiля. Водночас iз цим беруть до уваги данi про механiчнi втрати у трансмiсiї, добутi при дiагностуваннi автомобiля в цiлому, а також результати зовнiшнього огляду (вiдсутнiсть пiдтiкань, деформацiй та iн).

*Виконуючи поелементне дiагностування трансмiсiї*, визначають технiчний стан зчеплення, карданної передачi, коробки передач, роздавальної коробки, ведучих мостiв.

Несправностi зчеплення характеризуються такими основними ознаками: неповним виключанням (зчеплення «веде»); неповним вклучанням (пробуксовуванням); рiзким вклучанням; шумом шестерень у момент переключання передач; надмiрним нагрiванням деталей зчеплення; стукотом, шумами, вiбрацiями i ривками при вклучаннi зчеплення.

*Неповне виключення* зчеплення може бути наслiдком недостатнього ходу натискного диска, спрацювання шлицiв первинного вала коробки передач, деформацiї веденого диска, перекосу важильцiв. При

неповному виключенні зчеплення неможливо безшумно включити передачу при рушанні з місця.

*Неповне включення* зчеплення може бути наслідком відсутності вільного ходу, ослаблення натискних пружин, замаслювання фрикційних накладок або їхнього спрацювання. Коли зчеплення пробуксовує, з'являється запах гару, автомобіль занадто повільно розганяється незважаючи на інтенсивне збільшення частоти обертання колінчастого вала.

*Різке включення* зчеплення є наслідком заїдання виключальної муфти, поломки демпферних пружин, спрацювання і задирів робочих поверхонь натискного диска або маховика при спрацюванні (до заклепок) фрикційних накладок веденого диска або в результаті ослаблення самих заклепок.

*Шуми, нагрівання, стукіт, вібрація і ривки* виникають внаслідок руйнування підшипника муфти виключення, ослаблення заклепок накладок диска, порушення положення виключальних важільців. Спрацювання і руйнування підшипника — результат недостатнього його мащення, малого вільного ходу педалі, неправильної експлуатації автомобіля (коли зчеплення тривалий час виключено). Несправність підшипника виявляють за появою шиплячого звуку високого тону («писк») при частковому виключенні зчеплення.

Технічний стан зчеплення наближено можна визначити найпростішим методом, який ґрунтується на випробуванні зчеплення при зтягнутому ручному гальмі і включеній передачі. Для цього після пуску двигуна при виключеному зчепленні повільно відпускають педаль зчеплення і доводять частоту обертання вала двигуна до 1200 хв<sup>-1</sup>. Якщо після включення зчеплення двигун зупиниться, то можна вважати, що зчеплення працює нормально, без пробуксовування.

Досить точно оцінити технічний стан зчеплення можна за величиною вільного ходу педалі і повнотою виключення зчеплення, що визначається легкістю включення передач, а також за ознаками пробуксовування.

Вільний хід педалі зчеплення найзручніше перевіряти спеціальною лінійкою або за допомогою пристрою КИ-8929. Для більшості вітчизняних автомобілів він дорівнює 20...50 мм. Вільний хід педалі зчеплення регулюють зміною зазора (1,5...4 мм) між кінцями важільців і підшипників муфти включання зчеплення, обертаючи гайку або вилку тяги педалі. У зчепленнях із центральною пружиною регулюванню вільного ходу педалі передують регулювання сили стискання пружини. В автомобілях із гідравлічним приводом зчеплення додатково регулюють зазор між штовхачем і поршнем.

Пробуксовування зчеплення можна виявити на динамометричному стенді, освітлюючи стробоскопічною лампою карданний вал автомобіля, колеса якого пригальмовуються барабанами стенда за допомогою

навантажувального пристрою. Лампу вмикають в електричне коло системи запалювання. Якщо зчеплення не пробуксовує, карданний вал, освітлений спалахами лампи, здається нерухомим, бо він працює з колінчастим валом як одне ціле.

Обслуговуючи зчеплення, особливу увагу приділяють затяганню болтів кріплення картера зчеплення до блока двигуна. Болти мають бути затягнуті рівномірно, без перекосів.

Технічне обслуговування зчеплень базового автомобіля КамАЗ-5320 має деякі особливості. Зчеплення КамАЗ-5320 є найменш надійним агрегатом трансмісії. На його частку припадає близько 40 % усіх відказів трансмісії автомобіля. Основна частка відказів зчеплення припадає на деталі пневмогідролічного підсилювача, на муфту виключання в складеному вигляді, ведений, ведучий і натискний диски. Критичні щодо надійності деталі механізму регулювання положення середнього диска. Ресурс цих деталей не перевищує 30...40 тис. км. Перелічені відкази тягнуть у собі серйозні наслідки, бо знижують роботоздатність деталей зчеплення. Тому при ТО зчеплень автомобілів КамАЗ передусім треба звертати увагу на деталі механізму регулювання положення середнього диска.

У чому ж причини зниження надійності цих деталей? Передусім у тому, що в експлуатантів немає змоги провести діагностування технічного стану деталей та заміну їх. Крім цього, виникають великі сили тертя і тиснення в місці контакту втулки розтискного важеля з кріпильним болтом. Вони є результатом дії сили інерції середнього диска і відцентрової сили на важіль. Рівнодіюча цих сил у 1400 разів перевищує масу відтискного важеля. В результаті бувають відкази деталей, які проявляються у вигляді руйнування втулки відтискного важеля, підвищеного спрацювання його робочих поверхонь, обриву (зминання) болта кріплення. Для зниження ймовірності виникнення відказів треба при ЩО перевіряти якість виключання зчеплення.

Якщо автомобіль рушає з місця різко при плавно відпущеній педалі, то це свідчить про несправність механізму регулювання положення середнього диска. Така несправність може також супроводитись глухим ударом у момент включання зчеплення. Ознакою ослаблення кріпильного болта є металевий скрегіт у зоні роботи зчеплення. Такі несправності треба усувати до виїзду з АТП.

## 10.2. Карданна передача

Надійність карданної передачі зумовлюється ресурсом карданних шарнірів, які працюють у дуже важких умовах. Вони зазнають дії статичних і динамічних моментів при неперервній зміні кутів між валами. У зонах контакту голок із шипами хрестовин виникають

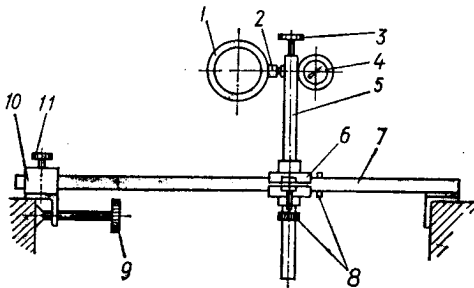


Рис. 10.1. Прилад для перевірки биття карданного вала:

1 — карданний вал; 2 — наконечник індикатора; 3 — гвинт кріплення індикатора; 4 — індикатор; 5 — штанга вертикальна; 6 — хрестовина; 7 — штанга горизонтальна; 8 — гвинти затискні; 9 — гвинт розпірний; 10 — опора пересувна; 11 — гвинт стопорний

і погнутостей. Сальники голчастих підшипників і підшипники проміжної опори повинні добре тримати мастильний матеріал.

Діагностування карданної передачі полягає у визначенні биття карданного вала, спрацювання шарнірів і шліцьових з'єднань. Биття карданного вала можна визначити за допомогою спеціального приладу (рис. 10.1). Для цього автомобіль ставлять на оглядову канаву. Підйомником вивішують одне заднє колесо. Включають передачу і знімають із ручного гальма (попередньо підставивши башмаки під передні колеса). Підкручуючи зовнішнє колесо, визначають биття карданного вала, яке дорівнює різниці максимальних і мінімальних показників індикатора. Допустиме значення биття для вантажних автомобілів становить не більш як 0,9 мм, для легкових — не більш як 0,6 мм.

Спрацювання в шарнірах і шліцьових з'єднаннях визначають візуально за їхнім відносним зміщенням під час похитування вручну. При різкому повороті вала в обидва боки не повинно бути стукоту й відчутного люфту.

Особливу увагу при обслуговуванні карданної передачі приділяють *перевірці і підтяганню кріпильних з'єднань*. Момент затяжки кожного болта має бути 80...200 Н·м.

На ресурс карданних шарнірів і підшипників ведучого вала головної передачі дуже впливає балансування карданного вала. Тому, щоб зберегти заводське балансування карданної передачі після розбирання, її треба складати за встановленими стрілками.

дуже високі контактні напруження і температури при граничному режимі їхнього мащення. Внаслідок цього на шпихах хрестовин з'являються поздовжні вм'ятини, а голки підшипників поступово стають гранчастими, виникає биття вала, збільшуються зазори в шарнірах, з'являється шум під час роботи автомобіля.

Основне завдання обслуговування карданної передачі — забезпечення її роботи без вібрацій і ривків. Вали не повинні мати вм'ятин, тріщин

### 10.3. Коробка передач, роздавальна коробка і ведучий міст

Несправності коробок передач і роздавальних коробок характеризуються такими ознаками: підвищені шуми при роботі і переключанні, самовиключання передач, надмірне нагрівання коробок, вібрація, зниження ККД та ін.

*Підвищені шуми* при роботі виникають у результаті спрацювання зуб'їв шестерень або підшипників, великого тривалого переміщення валів, недостатньої кількості масла в картері або занадто рідкого масла, ослаблення кріплення коробки з двигуном, спрацювання шліців на шестернях і валах. Шум шестерень при переключанні передач виникає внаслідок нещільного виключення зчеплення, несправності синхронізаторів, відсутності мастила в картері.

*Самовиключання передач* на ходу буває внаслідок спрацювання зуб'їв, ослаблення або поломки пружин фіксаторів, розроблення вичок на повзунах переключання, згинання вилок переключання, неправильного регулювання механізму привода керування коробками. Утруднене включання передач при застосуванні густого масла, забрудненні напрямних повзунів, погнутості повзунів і валів, заїданні важелів переключання і фіксаторів, вигинанні вилок переключання.

*Надмірне нагрівання* коробок передач може бути при малому рівні масла в картері, занадто рідкому маслі, тугому затяганні або зруйнуванні підшипників, великому спрацюванні зуб'їв, шліців, підшипників.

Коли є перелічені несправності, можливі *вібрація і зниження ККД* коробок.

Несправності ведучих мостів характеризуються такими ознаками: стукотом, шумами і вібрацією під час роботи, підвищеним нагріванням, люфтом і збільшенням механічних втрат внаслідок спрацювання або поломки зуб'їв шестерень, спрацюванням підшипників та їхніх посадочних місць, ослабленням кріплень і розрегулюванням зубчастих пар.

Агрегати трансмісії діагностують за параметрами вібрації, за тепловим станом, за допомогою оптичних приладів — ендоскопів, за вмістом кремнію в картерному маслі та ін.

Для діагностики за параметрами вібрації використовують методи віброакустичного діагностування, аналогічні тим, що застосовуються для двигунів. При спрощеному віброакустичному діагностуванні п'єзодатчик монтують у щупі (а не на агрегаті), що створює легкий доступ до різних ділянок агрегатів трансмісії.

За тепловим станом редуктор трансмісії діагностують спеціальними приладами. Навантажуючи автомобіль, установлений на силовому стенді, вимірюють температуру агрегата, який перевіряють, і, порівнюючи з нормативною, доходять висновку про технічний стан.

Великим недоліком цього методу є те, що інтенсивність нагрівання не свідчить про якийсь певний дефект.

Іноді технічний стан агрегатів трансмісії оцінюють за допомогою *оптичних приладів* — ендоскопів, які дають змогу перевірити деталі, доступні для огляду (зуб'я, сепаратори підшипників, кріпильні з'єднання та ін.). Добута інформація недостатня для оцінки роботоздатності спряжень, бо діагностування здійснюється в статичному стані.

Зроблено спроби оцінювати технічний стан зубчастих передач за вмістом кремнію в картерному маслі, що визначають за допомогою *емісійного спектрального аналізу*. Критичні концентрації кремнію пов'язані з початком інтенсивного спрацьовування шестерень або з моментом припрацювання. Проте через складність проведення аналізу цей метод поки що не набрав великого поширення.

Досить часто діагностують технічний стан агрегатів трансмісії за люфтами (сумарним кутовим зазором) за допомогою спеціального *люфтоміра і динамометричного ключа*. Однак тут треба брати до уваги ту обставину, що цим способом можна визначити загальне сумарне спрацювання спряжених поверхонь, а оцінити справність окремих механізмів і спряжень не можна. Крім того, при вимірюванні кутового зазора агрегат перевіряють у статичному стані, що зумовлює недостатню достовірність результатів. Наприклад, викришений або поламаний зуб може в момент перевірки взагалі не бути в зачепленні. Також не можна виявити тріщини, сколювання, перекоси і спрацювання деталей. Сумарний кутовий зазор не характеризує технічний стан підшипників, але впливає на роботоздатність шестеренчастих передач.

Після виконання названих робіт у разі потреби відновлюють або заміняють несправні деталі, а потім виконують регульовальні операції. При виконанні кріпильних робіт особливу увагу звертають на кріплення картера, редуктора, бічних кришок підшипників.

Крім того, виконують такі роботи: перевіряють гідромеханічні передачі (ГМП) на герметичність і надійність кріплення вузлів; перевіряють роботу блокування стартера; визначають рівень масла і вимірюють його тиск у головній магістралі на різних режимах руху; перевіряють і в разі потреби регулюють зазори в механізмі керування золотниками периферійних клапанів; визначають і в разі потреби регулюють моменти автоматичного переключання передач; перевіряють блокування гідротрансформатора; перевіряють і в разі потреби регулюють механізм «автоматична нейтраль»; вимірюють температуру масла на зливі з гідротрансформатора і в піддоні ГМП.

### Контрольні запитання

1. Які основні ознаки несправностей зчеплень?
2. Як визначити технічний стан зчеплення?
3. Які роботи виконують при ТО зчеплень?

4. Які роботи виконують при ТО карданної передачі?
5. Для чого потрібне балансування карданного вала?
6. Які роботи виконують при ТО коробок передач, роздавальних коробок і ведучих мостів?
7. Які особливості ТО гідромеханічної передачі?

## Глава 11

### КОНТРОЛЬНО-ДІАГНОСТИЧНІ, РЕГУЛЮВАЛЬНІ, КРІПІЛЬНІ ТА ІНШІ РОБОТИ В ХОДОВІЙ ЧАСТИНІ АВТОМОБІЛЯ

#### 11.1. Рама і підвіска

Ходова частина автомобіля сприймає ударні навантаження і зазнає вібрації. В результаті цього змінюються кути встановлення керованих коліс, погіршується їхня стабілізація, що утруднює керування автомобілем, збільшує витрату палива і спрацьовування шин. При ТО х одової частини виконуються роботи щодо огляду за рамою, підвіскою переднім мостом, шинами й колесами.

Ра му для профілактики періодично оглядають, перевіряють кріплення поперечин і кронштейнів, щільність заклепоквих з'єднань; у разі потреби фарбують.

Згідно з технічними умовами не допускаються до експлуатації автомобілі, в яких є тріщини або поломки хоча б одного листа ресори, неприлягання і розходження листів, пошкодження кронштейнів, гумових втулок і подушок, ослаблення затяжки пальців і стопорних болтів, хомутиків і драбинок, а також теча рідини з амортизаторів та ослаблення їхніх кріплень.

Відкази ресорних підвісок автомобілів виникають головним чином в результаті поломок листів ресор внаслідок утомленості. Діагностування стану ресор має визначати ступінь такого пошкодження листів. Для цього можна використовувати методи і засоби ультразвукового контролю, які дають змогу визначати місцез положення і розміри тріщин у листах від утомлення.

Ультразвуковий контроль здійснюють перед ТО-2. Автомобіль при цьому повинен бути порожнім і добре вимитим. Щоб створити добрий доступ до ресори, автомобіль ставлять на

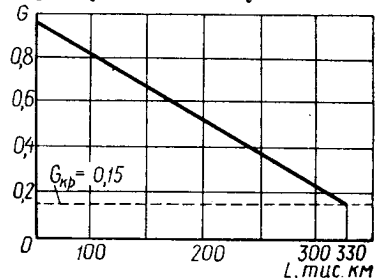


Рис. 11.1. Залежність критерію опору  $G$  втомленості від пробігу  $L$  для ресори МАЗ-503А



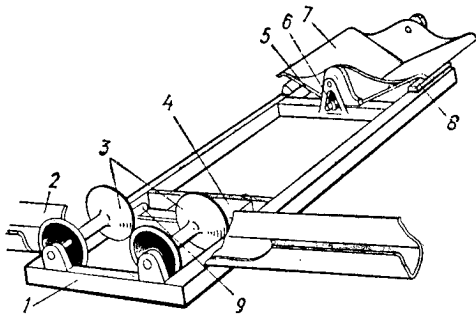


Рис. 11.2. Стенд для перевірки взаємоположення мостів легкових автомобілів:  
 1 — рама; 2 — напрямні; 3 — фасонні ролики;  
 4 — блок живлення; 5 — важіль; 6 — потенціометр;  
 7 — призма; 8 — гумові подушки; 9 — фіксатор

оглядову канаву. Бічні поверхні ресорних листів із боку рами автомобіля очищують і наносять на них шар високов'язкого мастильного матеріалу (технічного вазеліну, солідолу та ін.). Шукальну голівку дефектоскопа переміщують уздовж листів, притискаючи до них, і спостерігають за екраном приладу. Виявивши сигнали про дефект, визначають їхні границі (пооява і зникнення) за допомогою масштабної сітки екрана. Настройка чутливості приладу повинна зберігатись при цьому сталою. Протяжність зони «видимості» сигналу, створеного тріщиною від утомленості, відповідає її довжині і пошкодженій площі перерізу  $S_{\text{пошк}}$  ресорного листа.

Щоб оцінити ступінь пошкодження  $D$ , можна використати відношення  $S_{\text{пошк}}$  до номінальної площі перерізу  $S_{\text{ном}}$ :

$$D = S_{\text{пошк}}/S_{\text{ном}}$$

Залежності зростання розмірів тріщин у листах у міру напруження ресор зручно зображувати у вигляді логарифмічної функції

$$G = |\lg D|,$$

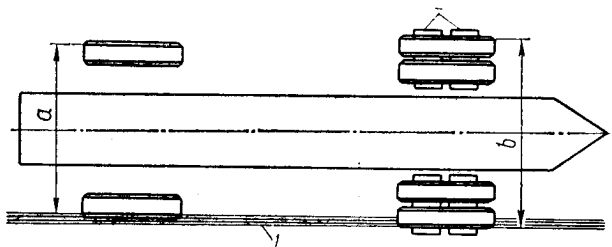
де  $G$  — критерій опору втомленості.

Це дає змогу прогнозувати довговічність ресори до поломки за розмірами пошкоджень у листах від утомленості (рис. 11.1).

При ТО підвіски перевіряють також *взаємне положення мостів* за допомогою спеціальних стендів (рис. 11.2). Час діагностування додівнює 30...35 с. Щоб забезпечити нормальне кочення колеса автомобіля на дорозі, треба точно додержувати заданої геометрії елементів ходової частини автомобіля. У даному разі під терміном «геометрія» розуміють геометрію не форми, а взаємного положення механізмів і агрегатів. Взаємне положення елементів ходової частини істотно впливає на енергетику руху автомобіля, стабілізацію його на дорозі, спрацьовування шин, витрату палива тощо.

Для діагностування *горизонтального перекосу мостів* автомобілів можна використовувати орієнтовну лінію, яку наносять білою фарбою на проїзній частині з боку водія (рис. 11.3). Лінію 1 розміщують уздовж довжини канави. Відстань  $a/2$  від осі симетрії канави до лінії вибирають залежно від моделі автомобіля. Товщина орієнтовної лі-

Рис. 11.3. Виявлення перекосу мостів автомобіля



нії має дорівнювати піврізниці  $(b - a)/2$  відстаней між зовнішніми кромками протектора задніх і передніх коліс. Наприклад, для ЗІЛ-130 та його модифікацій товщина лінії дорівнює 150 мм, а відстань від осі симетрії до внутрішньої кромки лінії — 995 мм. Якщо паралельність мостів автомобіля не порушена, то переднє колесо котиться зовнішньою кромкою протектора по внутрішній кромці лінії, а зовнішня кромка протектора заднього колеса — по зовнішній кромці лінії.

Для діагностування автомобілів із різною шириною колії наносять кілька різноколірних ліній. Загальну товщину цих вузьких ліній для переднього колеса зазначають у сантиметрах.

Викладений метод діагностування горизонтального перекосу мостів автомобілів можна також використовувати для правильного і швидкого встановлення автомобіля на стенді з біговими барабанами 2, оскільки орієнтування по напрямних ребордах оглядової канави при заїзді на бігові барабани стенда не забезпечує потрібної точності встановлення автомобіля щодо поздовжньої осі симетрії оглядової канави.

*Телескопічні амортизатори* не потребують спеціального регулювання або складного догляду. Обслуговування їх полягає в діагностуванні герметичності кріплення на автомобілі, перевірці ефективності дії і роботоздатності. Розбирати амортизатор треба тільки в разі крайньої потреби (при втраті роботоздатності). Герметичність амортизаторів діагностують візуально по слідах підтікання рідни. Ефективність дії амортизаторів перевіряють на динамічному стенді, який імітує нерівності дороги (рис. 11.4).

Діагностування здійснюють так. У діаграмні диски 6 вкладають спеціальні бланки. Перемикач ставлять у положення «Увімкнено» і, натискаючи на кнопки, встановлюють колію автомобіля, який перевіряють. На наїзні платформи опор автомобіль заїжджає передніми колесами і стає на ручне гальмо. Двигун виключають. Діагностування починають із будь-якої опори. Для цього записують час, натискають на кнопку вмикання двигуна стенда і маховиком гвинта коректують положення голки самописа по середній лінії діаграмного бланка. Через 10...12 с після увімкнення двигуна настискають на кнопку, яка вимикає двигун і вмикає реле часу початку запису діаграми.

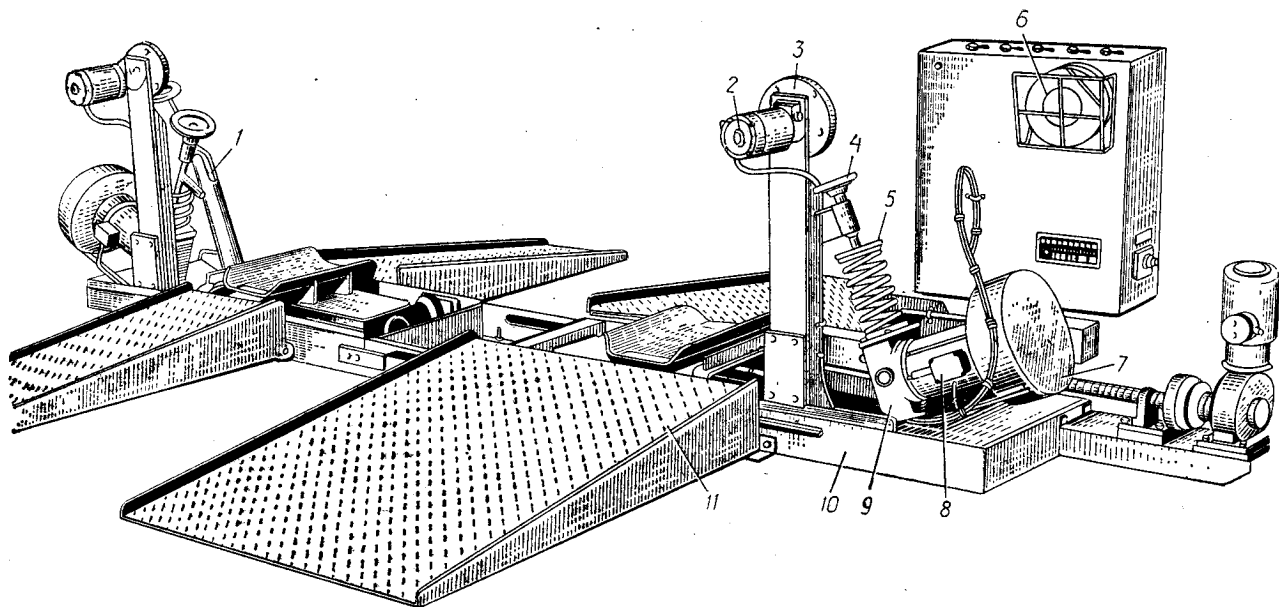


Рис. 11.4. Стенд для перевірки амортизаторів:

1 — важіль; 2, 8 — електродвигуни; 3 — самопис; 4 — регулювальний гвинт; 5 — пружина; 6 — діаграмні диски; 7 — маховик; 9 — пристрій для перетворення обертового руху вала в коливальний; 10 — рама; 11 — платформа для в'їзду автомобіля

Самопис коливається разом із наїзною платформою. Записавши по одній діаграмі на кожне переднє колесо, запускають двигун і знімають автомобіль із ручного гальма. Задні амортизатори випробовують у такій самій послідовності, як і передні. Добути при діагностуванні діаграми порівнюють з еталонними, записаними при діагностуванні технічно справного автомобіля. Виявлені відхилення свідчать про несправність амортизаторів. Під час вібрації автомобіля при діагностуванні амортизаторів можна виявити також джерела шуму в кузові і масі. Тут же на цьому стенді за допомогою спеціальних шаблонів можна визначити параметри пружин передньої підвіски легкових автомобілів і задніх ресор — довжини і стріли прогину, що характеризують пружні властивості.

Роботоздатність амортизаторів, знятих із автомобіля, визначають на спеціальному стенді для гасіння коливань підвіски.

Важливим завданням діагностування підвіски автомобіля є оцінка правильності розмірів і спряжень, пружних властивостей і параметрів коливань підвіски.

*Правильність розмірів і спряжень* (наприклад, висота буфера, люфт у спряженнях важелів, амортизаторів, ресор) визначають за допомогою лінійок, штангенциркулів, шаблонів. Перспективні короткочасно-контактні датчики з реєстрацією переміщень на шкалі приладу.

*Пружність підвісок* визначають прямим і непрямим методами. При прямому методі знімають пружну характеристику підвіски, вимірюючи її вертикальні деформації під дією змінного вертикального навантаження, і за характеристикою визначають коефіцієнт жорсткості та внутрішнє тертя. Непрямий метод ґрунтується на вимірюванні умовної довжини пружини або стріли прогину ресори на навантаженні на вісь, зазначеному в технічній характеристиці, для автомобіля у спорядженому стані.

Характеристику пружності знімають за допомогою навантажувачів і вимірників переміщень. Навантажувач обладнують пристроєм для реєстрації зусилля навантаження. Як вимірники переміщень використовують згадані вже пристрої для визначення розмірів.

*Параметри коливань* (амплітуди, частоти), що характеризують технічний стан амортизаторів і пружних елементів підвіски, можна визначити за записами вимушених коливань підресорених і непідресорених мас та вільних коливань підресорених мас автомобіля. Створюють ці коливання, трохи піднімаючи (підтягаючи) автомобіль і потім скидаючи його.

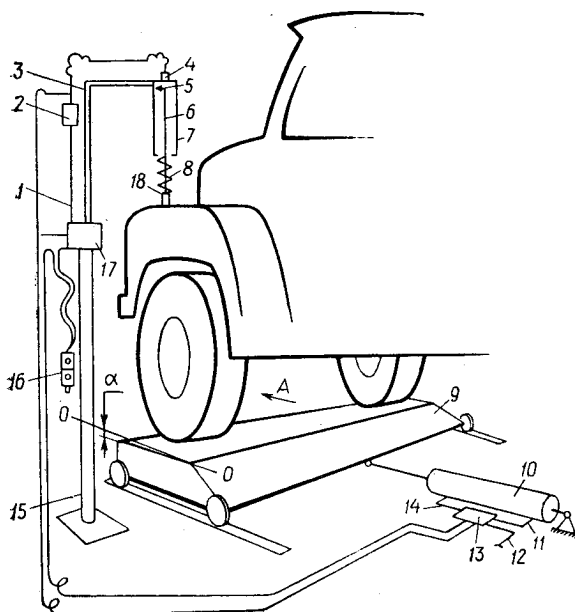
Є пристрої, що ґрунтуються на методах підтягання і скидання автомобіля механічним способом із використанням енергії м'язів оператора (застосовують для діагностування підвіски легкових автомобілів) і без використання спеціального піднімального пристрою (для діагностування підвіски автомобілів будь-якої вантажопідйомності).

Останній пристрій дає змогу автоматизувати діагностику підвіски, скоротити потреби в обслуговуючому персоналі, зменшити час діагностування.

Принципіальна схема пристрою показана на рис. 11.5. Башмак 9 має заходову й опорну поверхні. Опорна поверхня утворює з горизонталлю  $0-0$  кут  $\alpha$ . До башмака прикріплені чотири ролики, встановлені на нерухомих напрямних. Із башмаком 9 з'єднаний механізм переміщення з пневмоциліндром. Передня і задня порожнини пневмоциліндра 10 за допомогою трубопроводів 11 і 14 можуть бути сполучені через клапан керування 13 з атмосферою або з повітряною магістраллю (трубопровід 12).

Поряд з башмаком 9 є нерухомий стояк 15 із змонтованим на ньому механізмом 17 піднімання й опускання реєстратора коливань 3. Рухома частина 5 датчика реєстрації коливань прикріплена до рухомого в вертикальному напрямі слідкуючого стержня 7, що має накопичник 18 і пружину 8, а нерухома частина 7 датчика жорстко закріплена на корпусі реєстратора.

Стержень 6 у крайньому верхньому положенні взаємодіє з кінцевим датчиком 4, який за допомогою електричних кіл сполучений із механізмом 17 піднімання й опускання реєстратора 3, із краном керування 13 та реле часу 2. Кінцевий датчик 4 електроприводами з'єднаний із клапаном керування 13 і з реле часу 2, яке сполучено проводом 1 із механізмом 17.



Діагностичний пристрій обладнаний переносним двокнопковим пультом керування 16. Нижня кнопка призначена для подачі електричного сигналу крана керування 13 і тим самим включення подачі повітря з магістралі 12 по трубопроводу 11 у задню порожнину циліндра 10 і переміщення башмака 9 у крайнє переднє положення за напрямом стрілки А. Верхня кнопка на пульті призначена для включення в роботу усього пристрою.

Рис. 11.5. Пристрій для діагностування підвіски автомобілів

Стояк 15 реєстратора коливань має напрямну (на рисунку не показана) такої конфігурації, яка при підході реєстратора 3 до крайнього верхнього положення забезпечує його поворот із робочого положення на  $90^\circ$  навколо вертикальної осі, звільняючи тим самим проїзд автомобілю. У робоче положення реєстратор повертається у зворотному порядку. Для коліс є спеціальні упори.

Порядок діагностування підвіски такий. Оператор, натискаючи на нижню кнопку пульта керування 16, переміщує башмак 9 у крайнє переднє положення в напрямі стрілки А. Потім автомобіль в'їжджає колесами однієї осі спочатку на заходову, а потім на опорну поверхню башмака і в цьому положенні зупиняється. Після цього оператор натискає на верхню кнопку пульта, включаючи механізм 17 і опускаючи реєстратор 3. Коли наконечник 18 доторкнеться до крила автомобіля, пружина 8 стискається доти, поки стержень 6 не доторкнеться до кінцевого датчика 4. У цей момент датчик 4 подає електричний сигнал, який, проходячи по проводах і мінаючи реле часу 2, вимикає механізм 17. Водночас він включає клапан керування 13, який подає повітря з магістралі 12 по трубопроводу 14 у передню порожнину пневмоциліндра 10, сполучаючи задню його порожнину з атмосферою.

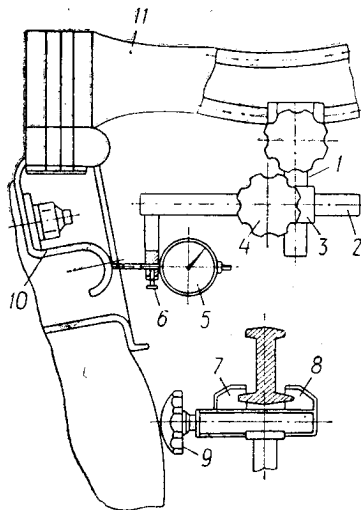
Башмак 9 при цьому переміщується у крайнє заднє положення (у напрямі, протилежному стрілці А), скидаючи колеса автомобіля і спричиняючи тим самим вільні коливання його кузова. Вертикальні переміщення кузова передаються на взаємодіючі між собою частини 5 і 7 датчика реєстратора коливань через слідкуючий стержень 6, наконечник 18 якого притискається до кузова пружиною 8. Реле часу 2 через кілька секунд після затухання коливань подає сигнал механізму 17, реєстратор 3 піднімається вгору і повертається в робоче положення. Операторові при діагностуванні немає потреби відходити від пульта керування. Щоб підготувати пристрої до наступного вимірювання, досить натиснути на нижню кнопку пульта керування, а після в'їзду коліс автомобіля на башмак — на верхню. Далі процес діагностування відбувається автоматично.

## 11.2. Передній міст

У передніх мостах можуть бути такі основні несправності: деформація балки; спрацювання шворневих з'єднань, підшипників, маточин коліс; розроблення отворів під шворні в кулаках балки і гнізд під підшипники в маточинах установа передніх коліс, що утруднює керуваність; різко підвищене спрацювання шин, яке призводить до збільшеної витрати палива, і т. ін.

Технічне обслуговування передніх мостів полягає в діагностуванні несправностей і здійсненні необхідних регулювань та інших робіт щодо попередження й усунення виявлених дефектів. При діагносту-

Рис. 11.6. Пристрій для перевірки зазорів у шворневих з'єднаннях КИ-4892:



1 — стояк; 2 — штанга; 3 — шарнір; 4 — рукоятка затискача шарніра; 5 — індикатор; 6 — гвинт затискача індикатора; 7, 8 — губки затискача для закріплення пристрою на балці передньої осі автомобіля; 9 — рукоятка затискача; 10 — гальмовий диск; 11 — балка передньої осі автомобіля

ванні визначають радіальний і осьовий зазори у шворневих з'єднаннях, зазор між кільцем підшипника та його гніздом у маточині, ступінь затяжки підшипника маточини, а також кути встановлення керованих коліс (кути розвалу коліс, поперечного й поздовжнього нахилів шворня, сходження коліс).

Стан шворневого з'єднання передніх коліс вантажних автомобілів із неведучою передньою віссю діагностують індикаторним приладом КИ-4892 (рис. 11.6) або приладом НИИАТ-Т-1.

*Спрацювання у шворневному з'єднанні* контролюють за радіальним і осьовим зазорами. Радіальний зазор вимірюють при переміщенні поворотної цапфи щодо шворня при підніманні й опусканні підйомником (домкратом) передньої осі, а осьовий — плоским щупом, який вставляють між верхнім вушком поворотної цапфи і кулаком передньої осі. Допустиме значення радіального зазора становить не більш як 0,75 мм, осьового — 1,5 мм. Осьовий зазор у підшипниках маточин коліс не допускається.

За допомогою приладу КИ-4892 зазори шворневого з'єднання діагностують так. Очищають і насухо протирають місця упору ніжки індикатора (нижні частини дисків та опорного гальмового диска). Закріплюють пристрій на передній осі біля правого колеса, встановивши ніжку індикатора з натягом 2...3 мм на нижньому краю гальмового диска, і суміщують нуль великої шкали зі стрілкою. Повільно піднімають передню вісь, фіксують показання індикатора; опускають передню вісь; встановлюють ніжку індикатора з натягом 2...3 мм у нижній частині обода колеса й суміщують нуль великої шкали зі стрілкою; повільно піднімають передню вісь, фіксують показання індикатора й опускають передню вісь; повторюють ті самі операції для лівого колеса; вимірюють щупом зазор між кулаком осі і вушком поворотної цапфи кожного колеса. У разі потреби зазор регулюють прокладками, зміною втулок, шворнів, поворотом шворнів та ін.

Зазор між кільцем підшипника та його гніздом у маточині, а також ступінь затяжки підшипника маточини визначають похитуваним коліс у поперечній площині після усунення люфту в шворневному з'єднанні. Якщо колесо обертається туго і гальмові колодки не

заїдають або при похитуванні колеса відчувається зазор, треба відрегулювати затяжку підшипників маточини. Зазор регулюють, затягуючи гайку підшипника маточини до початку утрудненого обертання колеса у вивішеному стані, а потім відпускають до суміщення її штифта з отвором у замковій шайбі. При правильному регулюванні колесо повинне легко обертатися від зусилля руки. Осьові переміщення не допускаються.

Кути встановлення керованих коліс діагностують і регулюють після усунення люфту в шворневих з'єднаннях і підшипниках маточин коліс при нормальному тиску повітря в шинах і кріпленні дисків коліс. Ці кути діагностують на стаціонарних стендах за допомогою переносних приладів. Стенди бувають механічні, оптичні, оптико-елект-

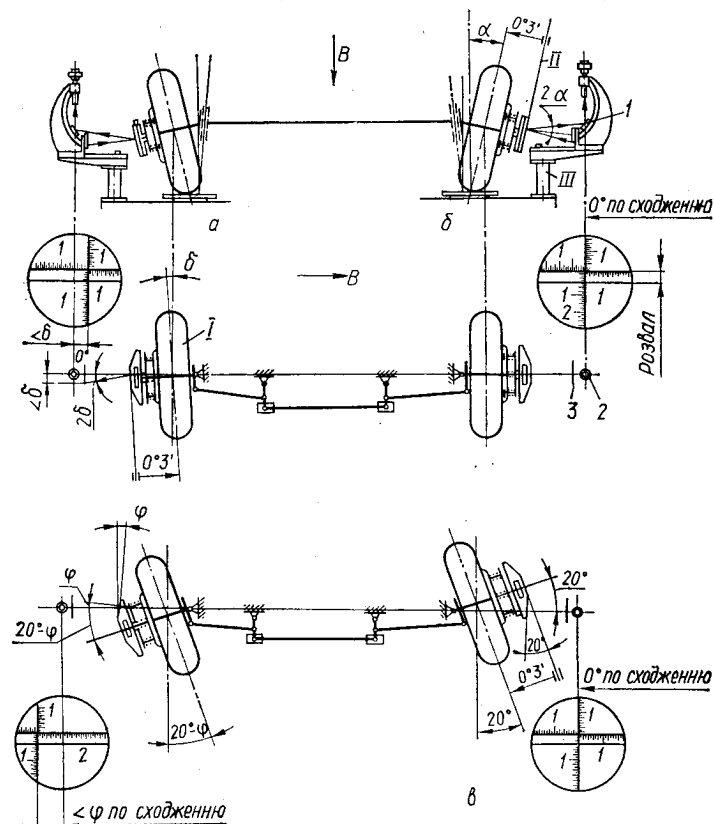


Рис. 11.7. Перевірка кутів встановлення коліс автомобіля за допомогою оптичного стенда: а — визначення сходження б коліс; б — визначення розвалу  $\alpha$  коліс; в — визначення співвідношення  $\varphi$  кутів повороту коліс; I — площина обертання колеса; II — площина дзеркала колеса; III — площина шкали; 1 — дзеркало мікроскопа; 2 — окуляр мікроскопа; 3 — шкала мікроскопа



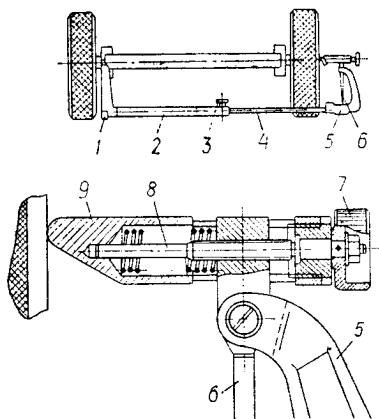


Рис. 11.8. Лінійки И-401 та И-402 для вимірювання сходження передніх коліс

ція зміни цих кутів при повороті колеса на  $20^\circ$  (для вимірювання поздовжнього нахилу шворня і співвідношення кутів повороту коліс). Коли розвалу і сходження коліс немає, зображення шкали стояка, яке видно через вимірювальний мікроскоп, після відбиття в дзеркалах, закріплених на колесі і стояку, точно накладається на нерухоме перехрестя окуляра. Так, якщо колесо має розвал, то шкала зміститься щодо нерухомого перехрестя окуляра по вертикалі (угору чи вниз), а при наявності сходження — по горизонталі (вправо або вліво). Ці зміщення дають відповідно кути розвалу і сходження коліс.

В автомобілів із нерозрізною передньою віссю кути розвалу коліс і нахилу шворнів не регулюють. В автомобілів із незалежною підвіскою кути розвалу регулюють поворотом ексцентрикових втулок. Максимальні кути повороту передніх коліс регулюють обмежувальними болтами, які вкручені у поворотні важелі і впираються при залізній підвісці в кулаки переднього моста, а при незалежній — у виступи стояків підвіски.

Сходження передніх коліс автомобіля, коли немає стендів, діагностують за допомогою спеціальних лінійок КИ-650, И-401, И-402, ЛУ-1. На рис. 11.8 як приклад показано діагностування сходження передніх коліс за допомогою лінійок И-401 (для легкових автомобілів), И-402 (для вантажних автомобілів).

Лінійку розміщують спереду моста. Звільнивши затискач 3, розміщують стояки 1, 5 на такій відстані один від одного, щоб риска на внутрішній трубі 4, яка відповідає колії саме цього автомобіля, збігалася з краєм зовнішньої труби 2. Це положення трубок фіксується затискачем 3. Потім мікрометричним гвинтом 8 за допомогою рукоят-

ричні й електричні, а переносні прилади — механічні, рідинні й оптико-електричні.

Із стендів для перевірки кутів установлення керованих коліс найбільше поширені оптичні (рис. 11.7), як найточніші. На цих стендах кути розвалу, сходження, поздовжнього нахилу шворня і співвідношення кутів повороту коліс вимірюються оптичним методом, а кут поперечного нахилу шворня — за рівнем, змонтованим на дзеркальному відбивачі.

Вимірювання кутів установлення коліс на оптичному стенді — це визначення кутів нахилу дзеркального відбивача, установленного паралельно площині обертання колеса, і реєстрація

ки 7 устанавлюють стрілку 6 на нульову поділку шкали і на боковині шини в місці доторкання головки 9 роблять позначку крейдою. Прокотивши автомобіль уперед, встановлюють лінійку позаду передньої осі в тих самих місцях. Поворотом мікрометричного гвинта 8 устанавлюють головку в місці позначки на шині. В результаті переміщення головки пересунеться стрілка 6, показуючи на шкалі сходження коліс.

При перевірці сходження коліс автомобіль повинен бути не навантажений, а положення коліс має відповідати руху по прямій. На автомобілях із нерозрізною поперечною тягою сходження коліс регулюють зміною довжини поперечної тяги, а з розрізною віссю (при незалежній передній підвісці) — зміною довжини бічних рульових тяг.

В умовах великих спеціалізованих АТП і СТОА на постах загальної діагностики систем (Д-1) застосовують площадкові стенди для діагностування встановлення керованих коліс автомобілів. Діагностують за переміщенням вимірювальної площадки в поперечному щодо руху колеса напрямі. Для вантажних автомобілів і автобусів призначений стенд моделі К615, а для легкових — К619. (Конструкція стенда К615 відрізняється від моделі К619 в основному тільки розмірами платформи та вимірювальної площадки.)

Як відомо, бічне відведення коліс пов'язане з кутами їхнього встановлення (в основному з кутом сходження) і впливає на спрацювання шин і на витрату палива. За показаннями системи сигналізації стенда можна визначити допустимість дальшої експлуатації автомобіля (за загальним станом устанавлення коліс) або ж потребу перевірки і регулювання кутів устанавлення коліс.

Площадкові стенди встановлюють на проїзних ділянках з малою інтенсивністю руху або безпосередньо перед контрольно-регульовальним постом.

Розглянемо діагностування кутів устанавлення коліс легкових автомобілів на стенді К619 (рис. 11.9). Стенд складається з двох, що окремо встановлюються, частин: вказівної колонки і платформи. Платфор-

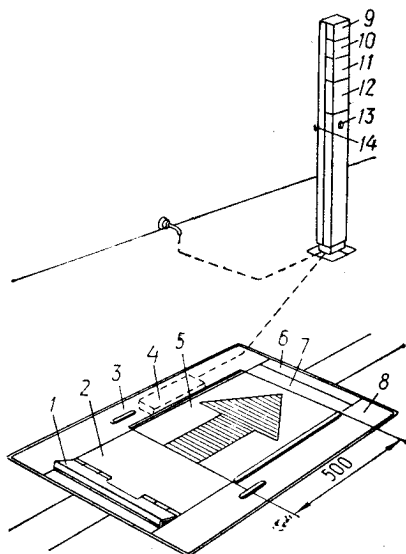


Рис. 11.9. Стенд моделі К619:  
1 — педаль керування; 2, 7 — кришки нерухомі; 3, 6, 8 — трапи; 4 — блок датчиків переміщення вимірювальної площадки; 5 — вимірювальна площадка; 9...12 — ліхтарі різних кольорів; 13 — контрольна лампа; 14 — тумблер

му встановлюють на опорній балці, утопленій у нішу підлоги. Основною частиною платформи є вимірювальна площадка, що переміщується на котках між напрямними роликами в поперечному (відносно руху колеса автомобіля) напрямі.

Спереду і позаду вимірювальної площадки є нерухомі кришки, які прикривають відсіки платформи, де встановлені напрямні ролики, а також (із боку наїзду автомобіля) пружинно-важільний механізм повертання вимірювальної площадки у вихідне (центральне) положення. Бічні прорізи, утворені між платформою і краями ніші в підлозі, закривають трапами. З лівого боку вимірювальної площадки встановлений блок датчиків її переміщення. Датчики — безконтактні кінцеві вимикачі, що взаємодіють із сигнальною системою вказівної колонки.

Порядок діагностування такий. Автомобіль, повільно проїжджаючи лівим переднім колесом по вимірювальній площадці, зміщує її внаслідок бічної сили, що діє в точці контакту колеса з площадкою. Зміщення площадки фіксується датчиками, і на світловому табло вказівної колонки вмикається ліхтар того чи іншого кольору. Червоний колір означає, що кути встановлення коліс порушені, жовтий — близькі до норми, зелений — у нормі. Водночас із червоним світлом вмикається і звуковий сигнал. Допустима зона відведення коліс — у межах  $\pm 12$  мм переміщення площадки на метр її довжини.

Працівники АТП і СТОА можуть вибрати своє настроювання блока датчиків виходячи з особливостей конкретного парку обслуговуваних автомобілів та умов їхньої експлуатації.

Час діагностування встановлення коліс має бути не більш як 1 хв. Це дає змогу регулярно діагностувати автомобіль із періодичністю ТО-1 і вибірково. З'являється можливість більш раннього виявлення порушень в установленні коліс, підвищення терміну служби шин та інших елементів автомобіля. Застосування площадкових стендів дає змогу також раціональніше завантажувати контрольно-регулювальні пости для встановлення коліс. Площадкові стенди застосовують також на пунктах контролю ГАІ.

### 11.3. Шини

При русі автомобіля шина працює в дуже складних умовах. В процесі кочення на шину діють різні за величиною і напрямом сили. До сил внутрішнього тиску повітря і маси автомобіля, що діють на шину в нерухомому стані, при коченні додаються сили динамічні, а також сили, пов'язані з перерозподілом маси автомобіля між колесами.

Сили, що діють на шину, змінюються за величиною, а в ряді випадків і за напрямом залежно від швидкості руху, стану дорожнього покриття, температури навколишнього повітря, уклону, характе-

ру повороту дороги та ін. При коченні колеса автомобільна шина в різних зонах неперервно змінює свою форму, причому деякі її частини згинаються, стискаються і розтягуються. При тривалому русі шина нагрівається, що призводить до підвищення внутрішнього тиску повітря в ній і зниження міцності її елементів, особливо гумових. Під впливом багаторазово діючих сил і підвищеної температури матеріал шини поступово «втомлюється», тобто втрачає свою міцність, протектор спрацьовується. Близько половини покришок в АТП передчасно виходять із ладу внаслідок порушення правил експлуатації і ТО шин.

До основних причин несправностей шин належать: відхилення внутрішнього тиску повітря в шині від нормального, перевантаження шин, порушення правил водіння автомобіля, несправності автомобіля, неправильне підбирання шин для конкретних умов експлуатації, порушення правил ТО шин.

Практика показує, що експлуатаційні дефекти шин (нерівномірне спрацювання, руйнування, пошкодження та ін.), які передчасно виводять їх із ладу, найчастіше виникають внаслідок недодержання встановлених норм і низького контролю за тиском повітря в шинах. Підвищений проти норми тиск повітря в шині спричиняє нерівномірне і підвищене спрацювання протектора покришки (середніх бігових доріжок), перенапруження ниток корду, внаслідок чого настає розрив каркаса. У здвоєних колесах шина, в якій внутрішній тиск повітря підвищений, зазнає великих вагових навантажень, оскільки її зовнішній діаметр більший. Це спричиняє нерівномірне спрацювання протектора сусідньої розвантаженої шини. Знижується комфортабельність їзди на шинах із підвищеним тиском. Такі шини гірше амортизують удари, знижуючи тим самим довговічність деталей підвісок і мостів автомобілів. Шина більше зазнає різних порізів, розриву ниток корда при наїзді на перешкоду. За даними багаторічних спостережень доведено, що підвищення тиску повітря в шинах на 10...20 % знижує їхній пробіг на 5...10 %.

Дуже впливає на пробіг шин і знижений проти норми тиск повітря у ній (рис. 11.10). У протектора при цьому інтенсивно спрацьовуються крайні бігові доріжки, пошкоджується каркас покришки. Руйнування каркаса супроводиться появою темного кільця уздовж бічних стінок усередині покришки і на стінках камери. Потім нитки корду відшаровуються від гуми, перетираються і рвуться. Настає кільцевий злам каркаса. Шина з таким дефектом не підлягає відновленню. Недостатній тиск повітря в шині може також спричинити і розшару-

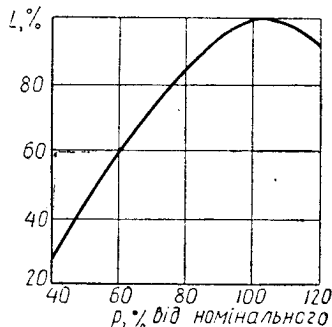


Рис. 11.10. Вплив внутрішнього тиску  $p$  повітря на пробіг шини

вання каркаса, відшарування протектора і боковин покришки. Ці дефекти, а також підвищене спрацювання протектора при зниженому тиску повітря в шині виникають внаслідок зміни профілю шини під час руху, підвищення напружень у її матеріалі, теплоутворення. Найбільшої шкоди знижений тиск заподіює шинам ведучих коліс. Каркаси обох здвоєних покришок руйнуються внаслідок доторкання і тертя їхніх боковин. Дуже шкідлива навіть короткочасна експлуатація шин із зниженим внутрішнім тиском. Це пояснюється тим, що процес руйнування каркаса практично ніяк не проявляється зовні. З часом він призведе до передчасного спрацювання і виходу покришок із ладу. Знижений тиск повітря в шинах спричиняє перевитрату палива.

На термін служби шин впливають: *неправильно встановлені кути передніх коліс, підвищений люфт у рульовому керуванні, пошкодження рульових тяг, прогин або перекіс мостів, теча масла, виступаючі деталі кабіни, кузова.* Негативний розвал передніх коліс, прогин балок мостів спричиняють ступінчасте спрацювання внутрішніх доріжок протектора шин. Підвищене сходження керованих коліс призводить до спрацювання зовнішньої частини протектора. Кромки стертих доріжок у цьому випадку гострі. Таке саме спрацювання, але тільки внутрішніх доріжок, спостерігатиметься при негативному куті сходження коліс. Причинами хвилястого нерівномірного спрацювання протектора можуть стати спрацьовані або ослаблені підшипники передніх коліс, пошкоджені поворотні кулаки, погнуті рульові тяги, невідрегульоване рульове керування. Перекіс мостів спричиняє інтенсивне стирання протектора. Причини місцевого плямистого спрацювання шин — дисбаланс коліс, несправні амортизатори (у легкових автомобілів), затяжне гальмування із заблокованими колесами.

На довговічності шин позначаються і *механічні пошкодження* їх, які найчастіше є наслідком неакуратної їзди. До механічних пошкоджень належать потертості, порізи, пробої покришок об бордюрні камені, виступаючі гострі кромки гірських порід, битого каменю, цегли і навіть об виступаючі пошкоджені деталі ходової частини та оперення кабіни.

*Перевантаження* автомобілів і шин на практиці призводить часто до зниження довговічності шин (рис. 11.11) внаслідок пошкодження каркаса практично так само, як і при експлуатації шин із зниженим тиском повітря. Крім того, на боковинах покришки з часом з'являються характерні прямі або звивисті досить великі розриви. У зоні ж бічної доріжки перевантажена шина гірше протистоїть пробоям від наїзду на дорожні перешкоди та іншим механічним пошкодженням.

Збільшує навантаження і спрацювання шин ведучих коліс також тягове зусилля, що передається на ведучі колеса. На дорогах із удосконаленим покриттям спрацювання їх приблизно на 20 %

вище, ніж спрацьовування шин ведених коліс. На практиці диспропорції такого спрацьовування можна уникнути попередньою обкаткою їх на ведених колесах (рис. 11.12).

На довговічність шин впливає і швидкість руху автомобіля. Ізда на високих швидкостях прискорює процес стирання протектора, призводить до викришування гуми, підвищує температуру шини.

Шини встановлюють на автомобілі точно за їхнім призначенням. Наприклад, шини з дорожнім рисунком протектора застосовують тільки при експлуатації автомобілів на дорогах із твердим покриттям і т. д. Періодично перевіряють зазор між здвоєними шинами. Візуально оглядають і визначають спрацювання протектора та інші несправності. Тиск повітря в шинах вимірюють шинними манометрами. У разі потреби підкачують шини стиснутим повітрям на повітроподавальних колонках, обладнаних регулятором тиску.

Регламентується мінімально допустиме значення залишкової висоти рисунка протектора шин: 1 мм — для вантажних, 1,6 — для легкових автомобілів, 2 мм — для автобусів. Висоту рисунка протектора перевіряють не по центру бігової доріжки, а по зоні граничного спрацювання. Воңа має такі розміри: ширина — не більше ширини бігової доріжки, довжина — не більше 1/6 довжини кола. Для спрощення вимірювання зазначимо, що 1/6 довжини кола шини чисельно дорівнює її радіусу. Це вимірювання роблять вимірвальним інструментом, який забезпечує похибку в межах  $\pm 0,1$  мм.

Тепер шини легкових автомобілів випускають із індикаторами граничного спрацювання протектора. На них допустиме значення залишкової висоти рисунка протектора визначають: при рівномірному спрацьовуванні бігової

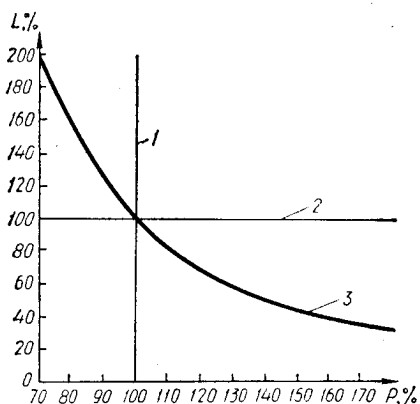


Рис. 11.11. Прогіб шин залежно від навантаження:

1 — нормальне навантаження на шину; 2 — нормальний прогіб шини  $L$ ; 3 — прогіб шини при ненормованих навантаженнях  $P$

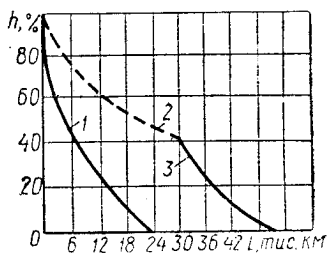


Рис. 11.12. Вплив глибини рисунка протектора  $h$  при попередній обкатці шин на їх спрацювання і прогіб  $L$ :

1 — експлуатація шин на ведучих колесах без обкатки; 2 — обкатка на передніх колесах; 3 — дальша експлуатація на ведучих колесах після обкатки

доріжки — за появою одного індикатора, при нерівномірному — за появою індикаторів у двох місцях (по два індикатори в кожному).

Стандарт передбачає, що шини не повинні мати порізів або розривів, які оголюють корд. Адже навіть при невеликих розмірах ці пошкодження в процесі експлуатації можуть призвести до небезпечних наслідків. Не допускаються також розшарування каркаса, відшарування протектора, наявність сторонніх предметів (скла, камінів та ін.) у протекторі і між здвоєними колесами.

Останніми роками для діагностування повітря в шинах застосовують вібраційний метод. Суть його полягає в тому, що коли до шини прикласти зовнішню періодично збурюючу силу, то її коливання залежатимуть від внутрішнього тиску. Із зміною внутрішнього тиску змінюється власна частота коливань, а отже, й усі параметри коливань: переміщення, швидкість, прискорення, різкість, кут зсуву фаз та ін. У виробничих умовах, коли відома залежність між параметрами коливань і внутрішнім тиском після вимірювання параметрів, які є діагностичним симптомом, можна скласти уявлення про внутрішній тиск у шинах автомобілів.

При огляді шин видаляють застрялі гострі предмети. Спрацьовані шини періодично переставляють у міру спрацювання їх. Шини із спрацьованим протектором здають у ремонт для накладення нового протектора. Операції, пов'язані з заміною шин і переставлянням їх на автомобілі, а також демонтаж покриття належать до трудомістких робіт, що мають значний обсяг у ТО. Тому механізації цих робіт в умовах АТП треба приділяти велику увагу.

В АТП застосовують *універсальні механізовані пости* для демонтажу й монтажу автомобільних шин. Вони входять до складу шиномонтажних дільниць і розміщуються поблизу поста заміни коліс і шиномонтажного відділення. Встановлене на посту устаткування забезпечує комплексну механізацію трудомістких операцій демонтажу і транспортування покриття, дисків і коліс; установа і знімання їх зі станда демонтажу шин; демонтаж і монтаж шин, а також накачування їх стиснутим повітрям.

Універсальний механізований пост (рис. 11.13) обладнаний електричним стандом для демонтажу шин, краном-укосиною з електротельфером, захватним пристроєм,

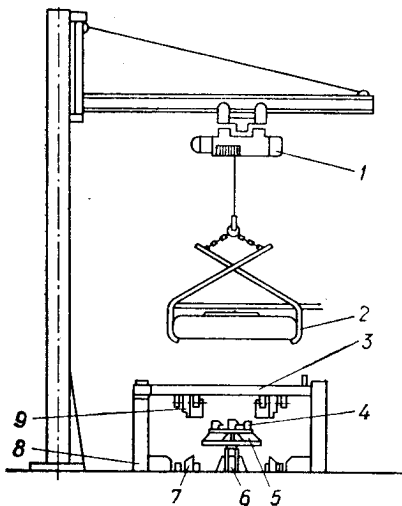


Рис. 11.13. Універсальний механізований пост для демонтажу і монтажу шин

навішеним на гак електротельфера, повітророздавальною колонкою, запобіжними реєстрами, що використовуються при накачуванні шин повітрям; стелажми для коліс, покриток і вішалками для камер.

При надходженні колеса на пост колесо захоплюють захватним пристроєм 2, піднімають на висоту 1...1,5 м, транспортують і за допомогою крана-укосини й електротельфера 1 встановлюють на стенд демонтажу шин, де диск колеса фіксується спеціальними прапорцями 4 і штифтами, які входять в отвір диска колеса. Після цього закривають балку відтискного пристрою 3, яка шарнірно встановлена на опорах 8 рами стенда і при встановленні коліс відводиться убік. Увімкнувши електродвигун, звільняють замкове кільце колеса, переміщуючи гвинт 6 угору до зсуву бортового кільця диска колеса дугоподібними упорами 9 відтискного пристрою 3.

Потім знімають замкове кільце і демонтують покритку колеса, переміщуючи силовий гвинт 6 із колесом униз і обкатуючи при цьому борти покритки котками 7 стенда, які відтискують борт від країни обода колеса. Коли шина демонтована, вимикають електродвигун, відводять убік балку відтискного пристрою 3, відкривають прапорці 4 опорного диска 5 і знімають зі стенда покритку і диск колеса за допомогою крана-укосини з електротельфером 1 та захватним пристроєм. Демонтовану покритку зовні оглядають і роблять потрібне ТО.

Монтують шини на спеціальній площадці перед стендом демонтажу шин у зоні дії крана-укосини. Шини накачують стиснутим повітрям у спеціальній захисній решітці з застосуванням наконечника з манометром, приєднуючи його до повітророздавального шланга і повітророздавальної колонки.

Застосування на АТП розглянутих вище постів дає змогу знизити трудомісткість шиномонтажних робіт у 2,5...3 рази, поліпшити умови і культуру виробництва, запобігти виробничому травматизму.

Однією з найважчих операцій при монтажі і демонтажі шини з ободом типу «триплекс» бездисккових коліс важких вантажних автомобілів і автобусів особливо великої місткості є встановлення і знімання сегментів обода, виконання яких за допомогою ручних монтажних лопаток забирає багато часу. Для механізації цієї операції застосовують пристрій (рис. 11.14), що являє собою гідравлічний циліндр із змінними наконечниками. Цей циліндр встановлюють усередину обода колеса і подають у нього під високим тиском рідину. Залежно від операції (розбирання чи складання) відповідні наконечники, впираючись із зусиллям до 6 т у два суміжні сегменти, або звільняють і третій сегмент, або вводять його у замкнутий стан. Рідина в циліндр може надходити від насоса з електро-, пневмо- або ручним приводом. Оглядають демонтовану покритку за допомогою борторозширників із різними приводами.



Монтажні і демонтажні роботи з шинами виконують у *шиномонтажному відділенні з застосуванням спеціального обладнання, пристроїв та інструменту відповідно до «Типових технічних карт шиномонтажних робіт і технічного обслуговування автомобільних шин»*. Шиномонтажне відділення організовують в усіх АТП. Поряд з таким відділенням розміщують пост зміни коліс. Наказом по АТП призначаються відповідальні особи за виконання монтажно-демонтажних робіт. Монтажу підлягають тільки справні, чисті, сухі, що відповідають за розмірами і типами, шини, камери, ободові стрічки, ободи та їхні елементи. Шини, камери та ободові стрічки, що зберігалися при температурі нижче нуля, перед монтажем видержують у нормальних умовах при кімнатній температурі протягом 3...4 год. Шини перед монтажем оглядають зовні і зсередини за допомогою борторозширника або інших пристроїв. При виявленні виробничих або експлуатаційних дефектів шини не дозволяється монтувати.

Камери перевіряють на герметичність у ваннах або інших резервуарах із водою. Герметичність вентилів із вкрученими золотниками перевіряють мильною водою, яку наносять на отвір вентиля.

Нові шини повинні бути вкомплектовані камерами й ободовими стрічками. Те саме рекомендується і для шин, відновлених методом накладання протектора.

Ободи та їхні елементи не допускаються до монтажу при виявленні на них деформацій, тріщин, гострих кромek і задирок, іржі в місцях контактів із шиною та з кріпильними отворами, розміри яких перевищують зазначені у стандартах на автомобільні колеса.

Поверхню обода, повернуту до шини, очищають від іржі і покривають лаком для металу. Нові ободи, а також ті, що експлуатуються, рекомендують перевіряти

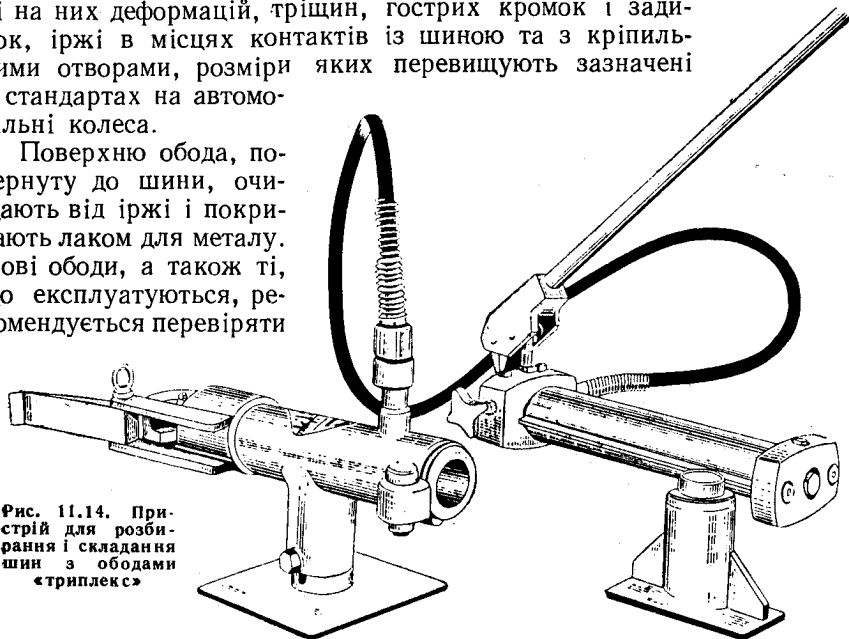


Рис. 11.14. Пристрій для розбирання і складання шин з ободами «стриплекс»

на осьове (торцеве) і радіальне биття. Для легкових автомобілів осьове і радіальне биття обода з диском у складеному вигляді на ділянках профілю, що прилягають до шини, не повинно перевищувати 1,2 мм, а для вантажних — 2...4 мм залежно від типорозміру коліс.

При здійсненні монтажних-демонтажних робіт треба додержувати *правил техніки безпеки*. Шиномонтажники і водії повинні пройти інструктаж щодо виконання монтажних-демонтажних робіт. Перед монтажем треба перевірити комплектність шини та ободу, скласти обід з шиною тільки встановленого розміру саме для цієї марки автомобіля. Перед демонтажем шини з обода треба повністю випустити з шини повітря. Перш ніж накачувати шини на розбірних ободах із болтовими з'єднаннями, пересвідчуються, що всі гайки затягнуті однаково, відповідно до інструкції про ТО автомобіля. Не допускаються до експлуатації обода, в яких немає хоча б однієї гайки. Шину, складену з ободом, накачують у шиномонтажному відділенні в спеціальній металевій захисній огорожі, яка може захистити обслуговуючий персонал від ударів знімними деталями обода в разі самостійного демонтажу. Накачуючи шини, треба користуватися спеціальними наконечниками, які сполучають вентиль камери (шини) із шлангом від повітродоздавної колонки і забезпечують проходження повітря через золотник.

У тому разі, коли борти шини нещільно посадились на полиці обода, після накачування повітря треба випустити повітря з шини, демонтувати її й усунути причину нещільної посадки бортів шини, після чого заново змонтувати шини на ободі, накачати її і перевірити щільність посадки бортів.

Щоб зменшити осьове і радіальне биття колеса, затягати болтові з'єднання обода і колеса треба в такій послідовності: спершу закручують верхню гайку, потім діаметрально протилежну їй; решту гайок закручують також попарно (хрест-навхрест); поступово і в тій самій послідовності закручують усі інші гайки відповідно до інструкції.

Перед тим як вивісити на домкраті колесо, яке знімають, треба загальмувати автомобіль ручним гальмом, включити першу швидкість у коробці передач і покласти під решту коліс клини, щоб запобігти скочуванню автомобіля при підніманні його на домкраті, ослабити затягання гайок кріплення колеса і тільки після цього вивісити колесо домкратом, відкрутити гайки і зняти колесо.

Забороняється: демонтувати шини, в яких тиск повітря вищий від тиску навколишнього середовища; виправляти положення бортових і замкових кілець, коли шина під тиском; демонтувати одне із здвоєних коліс без застосування домкрата, наїздом другого здвоєного колеса на виступаючий предмет.

Перед монтажем шини на обід треба її всередині, а камеру зовні припудрити тальком або покрити мастилом, виготовленим на

основі поліметилсилоксанових рідин. Для захисту золотників від забруднення і пошкодження всі вентиля повинні мати металеві або гумові ковпачки. При встановленні здвоєних коліс на вісь автомобіля треба сумістити вікна дисків обох коліс для створення можливості підходу до вентиля шини внутрішнього колеса при вимірюванні або підкачуванні внутрішнього тиску в шині без зняття зовнішнього колеса. Здійснюючи монтажні роботи, треба стежити за тим, щоб позначення одинарних шин і зовнішніх шин здвоєних коліс були ззовні автомобіля, а позначення внутрішніх шин здвоєних коліс були повернуті до головної передачі автомобіля.

Місця стоянки автомобілів очищають від бруду, нафтопродуктів, масел, хімікатів та інших речовин, які руйнують гуму. Треба виключити можливість примерзання шин до ґрунту внаслідок скупчення води біля них при низьких температурах. У закритих приміщеннях автомобілі на стоянці не повинні бути ближче як за один метр до опалювальної системи. Стоянка автомобілів (на одному місці) із повним навантаженням допускається не більш як 2 доби, навантажених — не більш як 10 діб. При потребі тривалішої стоянки автомобілів треба розвантажувати шини за допомогою підставок або пересувати автомобілі.

#### 11.4. Колеса

Колеса можуть мати такі основні несправності: збільшення (внаслідок спрацювання) отворів у дисках під шпильки кріплення коліс до магочин; деформування дисків; тріщини біля отворів у дисках коліс; механічні пошкодження і корозія ободів, бортових замкових кілець; зрив різьби на шпильках і гайках та ін.

ТО коліс полягає у візуальній перевірці й усуненні названих несправностей.

При сучасних високих швидкостях руху автомобілів велике значення має *зрівноважування коліс*. Це можна пояснити тим, що велика питома вага матеріалу, значна віддаленість мас від осі і нерівномірний розподіл маси шин при великих швидкостях можуть призвести до виникнення великих незрівноважених сил і моментів. Дія цього явища особливо несприятлива для керованих коліс, оскільки виникаючі навантаження не тільки спричиняють спрацювання деталей ходової частини, а й можуть порушити стійкість руху. Незрівноваженість коліс виникає як при їх виготовленні, так і при нерівномірному спрацьовуванні. Це свідчить про те, що зрівноважуваність коліс треба перевіряти систематично. При незалежній підвісці незрівноваженість обертових мас може спричинити вертикальні коливання навколо шворнів.

Зрівноважування коліс є органічною частиною технологічного процесу ТО автомобілів. Є динамічне і статичне (застосовується рід-

ко) зрівноважування коліс. Для стійкого руху колеса потрібно, щоб вісь його інерції збігалася з віссю обертання. Цього можна досягти динамічним зрівноважуванням.

При статичному зрівноважуванні прагнуть до того, щоб колесо, встановлене на справних підшипниках, у будь-якому положенні залишалось нерухомим, що свідчить про рівність мас із обох боків осі обертання. Для цього колеса закріплюють на валу, встановленому на підшипниках або призмах. Потім за допомогою противаг (свинцевих тягарців) добиваються такого положення, щоб колесо, повернуте в будь-яке положення, залишалось нерухомим. При цьому абсолютно байдуже, на який бік обода встановлюють противагу. Наприклад, якщо надлишкова маса вміщена в точці  $A$  (рис. 11.15), то для додержання умови статичної рівноваги противага може бути встановлена у точці  $B$  або  $C$ . Противага, встановлена у точці  $B$ , зрівноважує систему. Однак при обертанні колеса наявність надлишкових мас, розміщених у точках  $A$  і  $B$ , спричиняє виникнення відцентрових сил, які однакові за модулем, але діють не по одній прямій. Це створює момент, який спричиняє коливання керованих коліс. Таким чином, статичне зрівноважування коліс дає змогу встановити радіальне положення незрівноваженої маси. Визначити осьове положення коліс статичним зрівноважуванням не можна. Тому лише від випадковості залежить, чи збільшиться динамічна незрівноваженість при встановленні противаги з зовнішнього або внутрішнього боку обода.

Динамічне зрівноважування коліс цілком зрівноважує усі вільні сили і моменти. Є два способи динамічного зрівноважування коліс: при знятому колесі з автомобіля і безпосередньо на автомобілі. Кожен метод має свої недоліки й переваги, тому при виборі способу зрівноважування коліс треба брати до уваги конкретні умови.

Основними перевагами зрівноважування коліс поза автомобілем є висока точність вимірювань, мала потреба в площах, незалежність операцій від положення автомобіля. До недоліків слід віднести неможливість усунення незрівноваженості ходової частини автомобіля, а також ту обставину, що неправильне центрування коліс на автомобілі (а його дуже важко витримати, бо гайки коліс не дають змоги досягти точного центрування) може порушити їхню зрівноваженість. Крім того, на цю роботу затрачається багато часу. Устаткування, яке застосовують для зрівноважування коліс поза автомобілем, дороге порівняно з тим, яке застосовують для зрівноважування на автомобілі.

Зрівноважуючи колеса на автомобілі, можна зрівноважувати й інші обертові деталі (гальмовий бара-

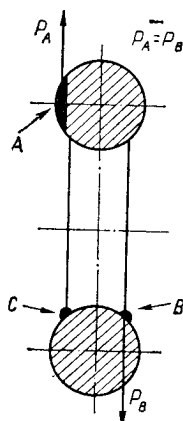


Рис. 11.15. Статичне зрівноважування автомобільного колеса

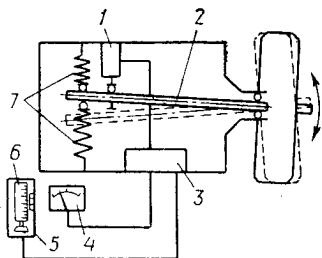


Рис. 11.16. Принципіальна схема для балансування коліс легкових автомобілів, модель К-121:

1 — датчик; 2 — вал; 3 — електронний вимірювальний блок; 4 — вимірювальний прилад; 5 — стробоскопічна лампа; 6 — градуирований диск; 7 — коливна система

ньому колесом. Незрівноважена маса колеса спричиняє механічні коливання вала, які після перетворення електронними пристроями

бан, диск та ін.), що дає змогу усунути дефекти, які не можуть бути виявлені іншими методами. Для виконання цієї роботи затрачається значно менше часу і праці, оскільки немає потреби знімати колеса. Недоліком зрівноважування коліс на автомобілі є неможливість точно визначити масу потрібного тягарця.

Для виявлення динамічної незрівноваженості коліс застосовують спеціальні верстати (стаціонарні й пересувні), наприклад стаціонарні верстати моделі К-121 (рис. 11.16) із горизонтальним положенням осі обертання колеса, яке зрівноважують. Динамічне зрівноважування настає при обертанні вала верстата із закріпленим на

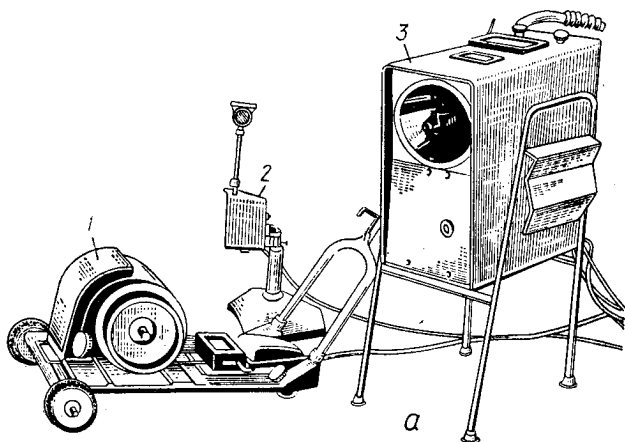
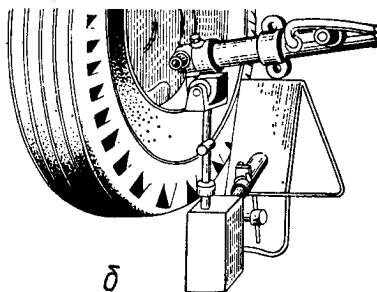


Рис. 11.17. Прилад для балансування коліс на автомобілі:

а — загальний вигляд; б — установка датчика при балансуванні коліс; 1 — механізм обертання коліс; 2 — датчик; 3 — лампа-спалах



рееструються приладами, що показують незрівноважену масу і місце встановлення компенсаційних тягарців.

Пересувні верстати (рис. 11.17) дають змогу визначити незрівноваженість коліс прямо на автомобілі. Вимірвальний датчик цих верстатів — це окремих вузол, що встановлюється під передню підвіску автомобіля. Датчик з'єднаний із електронним блоком. Вивішене колесо автомобіля розкручують шківом приводного пристрою до швидкості, яка відповідає звичайним умовам руху. Незрівноважена маса колеса та інших обертових частин передає коливання на датчик. Прилад із стробоскопом визначає масу і місце тягарця. За таким принципом працює верстат моделі К-125.

### Контрольні запитання

1. Які роботи виконуються при ТО рами і підвіски?
2. Як визначити взаємне положення мостів?
3. Як діагностують амортизатори?
4. Як визначити пружність підвісок?
5. Як діагностують технічний стан передніх мостів?
6. Як впливають кути встановлення коліс на технічний стан інших елементів?
7. Як обслуговують шини?
8. Які засоби механізації застосовують при ТО шин?
9. Які роботи виконують при ТО коліс?
10. Для чого зрівноважують колеса автомобіля і як це робиться?\*
11. Яка різниця між статичним і динамічним балансуванням коліс?

## Глава 12

### КОНТРОЛЬНО-ДІАГНОСТИЧНІ, РЕГУЛЮВАЛЬНІ, КРІПІЛЬНІ ТА ІНШІ РОБОТИ НА ОРГАНАХ КЕРУВАННЯ АВТОМОБІЛЯ

#### 12.1. Гальмова система

Безпека руху автомобілів значною мірою залежить від технічного стану гальм і рульового керування, внаслідок несправності яких трапляється близько 64 % дорожньо-транспортних пригод (від загальної кількості пригод внаслідок технічних несправностей). Тому обслуговуванню цих механізмів треба приділяти особливу увагу.

Гальмова система повинна постійно й ефективно діяти, мати мінімальний час спрацювання й мінімальний гальмівний шлях, забезпечувати плавність підвищення гальмівного зусилля, а також одночасність початку гальмування усіх коліс.

Загальними несправностями гальм є: слабка їхня дія, занос автомобіля при гальмуванні, заїдання гальмових

механізмів і «провалювання» гальмової педалі в автомобілях із гідравлічним приводом гальм.

*Слабка дія гальм* спричиняється зменшенням коефіцієнта тертя між гальмовими колодками і барабанами внаслідок спрацювання або замаслювання фрикційних накладок.

У разі несинхронного гальмування всіх коліс автомобіль заносить. Причинами несинхронного гальмування можуть бути: неоднакові зазори між фрикційними накладками і гальмовими барабанами, замаслювання накладок, спрацювання колісних гальмових циліндрів або поршнів (при гідравлічному приводі гальм), розтягання гальмових діафрагм (при пневматичному приводі гальм), нерівномірне спрацювання гальмових або фрикційних накладок. Занос автомобіля при гальмуванні може виникнути також при витіканні повітря або гальмової рідини з гальмового привода одного з коліс.

*Заїдання гальмових механізмів* буває при обриві стяжних пружин гальмових колодок, сильному забрудненні гальмових барабанів або валиків гальмового привода, обриві заклепок фрикційних накладок і заклиненні їх між колодкою і барабаном. У зимову пору часто трапляється заклинювання колодок внаслідок примерзання їх до гальмових барабанів. В автомобілів із гідравлічним приводом гальм заїдання гальмових колодок виникає при заклиненні поршнів у гальмових циліндрах або при засміченні компенсаційного отвору головного гальмового циліндра.

У гальмах із гідравлічним приводом найчастішою несправністю є «*прсвалювання*» гальмової педалі і гальмування тільки з прокачуванням. Гальмова педаль «провалюється» внаслідок недостатньої кількості рідини в гальмовій системі і при потраплянні повітря в гідросистему.

У гальмах із пневматичним приводом часто буває гальмування при відпущеній педалі гальма (невідгальмування коліс) і низькому тиску повітря в системі. Гальмування автомобіля при відпущеній педалі — наслідок нещільної посадки впускного клапана крана керування (повітря з ресивера надходить у гальмові камери). Самочинне гальмування автомобіля буває, коли немає зазора між важелем і штовхачем крана керування.

Якщо двигун працює тривалий час без перерви, тиск повітря в системі може знижуватись у результаті проковзування паса привода компресора, витікання повітря у сполученнях і трубопроводах магістралі, засмічення повітроочисника компресора або фільтра вологомасловіддільника, нещільного прилягання клапанів до сідел компресора. Про несправну роботу компресора можна мати уявлення із зниженого тиску в системі протягом тривалого часу при непрацюючому двигуні. Якщо тиск компресора швидко досягає норми і зменшується при зупинці двигуна, то це свідчить про витікання повітря з магістралі.

Таблиця 12.1

| Назва автотранспортного засобу   | Категорія | Сім'я автомобілів   | Повна маса       |
|--|-----------|---|------------------|
| Автобуси, пасажирські автомобілі та їхні модифікації, а також пасажирські автопоїзди | $M_1$     | ГАЗ (легкові), ЗІЛ (легкові), «Москвич» (легкові), ЗАЗ, ВАЗ, ЛуАЗ (легкові), УАЗ-469    | —                |
|  | $M_2$     | РАФ, УАЗ-452В, ЖУК, НИСА-522М   | До 5 т включно   |
|  | $M_3$     | ҚавЗ, ПАЗ, ЛАЗ, ЛиАЗ, «Ікарус»  | Понад 5 т        |
| Одиначні вантажні автомобілі й автомобілі-тягачі                                     | $N_1$     | УАЗ-452, -452Д, -451М, -451ДМ, ЕрАЗ, НИСА-521, «Москвич» (вантажні), ІЖ                 | До 3,5 т включно |
|  | $N_2$     | ГАЗ (вантажні), САЗ, ЗІЛ (вантажні), ҚАЗ  | Від 3,5 до 12 т  |
|  | $N_3$     | МАЗ, ҚамАЗ, КраАЗ, Урал   | Понад 12 т       |
| Вантажні автопоїзди  | $N_1$     | Одиначний категорії $N_1$ із причепом до легкових автомобілів                           | До 3,5 т включно |
|  | $N_2$     | ГАЗ (вантажні) із причепами ТН-2 або ЛуАЗ-853Б  | Від 3,5 до 12 т  |
|  | $N_3$     | Одиначний категорії $N_1$ , а також ҚАЗ, ЗІЛ (вантажний), із причепами й напівпричепами | Понад 12 т       |

Технічний стан гальм визначають при загальному й поелементному діагностуванні.

При загальному діагностуванні визначають гальмівний шлях, сповільнення руху автомобіля, сумарне гальмівне зусилля та його розподіл між колесами автомобіля.

Гарантована міцність охоплює ті вузли гальмової системи, які сконструйовані, виготовлені, установлені на автомобіль і експлуатуються таким чином, що виключається вихід їх із ладу через поломки протягом усього терміну служби транспортного засобу. Ця вимога не стосується відказів у результаті природного спрацювання.

До елементів гарантованої міцності відносять: гальмову педаль та її кріплення, гальмовий кран, головний гальмовий циліндр, а також елементи привода цих вузлів від педалі, повітророзподільник, колісні гальмові циліндри, колодки, гальмові барабани і диски, регулювальні важелі, розтискні кулаки, а також гальмові накладки, рідини, трубопроводи, шланги й елементи їхнього кріплення. Усі перелічені деталі не підлягають заміні аналогічними непромислового виготовлення або такими, що не відповідають вимогам підприємства-виготовлювача. Стандарт забороняє змінювати конструкцію гальмових систем у процесі всього терміну експлуатації.



Нова класифікація автотранспортних засобів за їхнім призначенням і повною масою прийнята відповідно до міжнародних вимог (табл. 12.1).

Є вимоги щодо технічного стану та ефективності не тільки до робочої і стоянкової гальмових систем автомобіля, а й до запасної (аварійної) та допоміжної, тобто до всіх гальмових систем, що передбачаються конструкцією автотранспортного засобу.

Змінились показники оцінки гальмових властивостей, нормативні значення їх тепер жорсткіші (табл. 12.2 і 12.3).

Технічний стан гальмових систем оцінюють методами дорожніх і стендових випробувань. При кожному з методів автотранспортний засіб може випробовуватись як у навантаженому стані (повна маса), так і в спорядженому (без навантаження).

Дорожні випробування роблять на прямій, рівній, горизонтальній сухій ділянці дороги з цемент- або асфальтобетонним покриттям, що не має на поверхні сипких матеріалів або масла.

Таблиця 12.2

| Тип автотранспортного засобу                 | Категорія автотранспортного засобу | Початкова швидкість гальмування $v_0$ , км/год | Зусилля на органі керування $P_{\text{лед}}$ , Н (кгс), не більше | Допустимі значення показників ефективності при випробуваннях |   |  |   |   |
|--|------------------------------------|--|---|--|---|--|---|---|
|  |                                    |  |   | гальмівний шлях $S_r$ , м, не більше                         | Усталене сповільнення $\alpha_{\text{уст}}$ , м/с <sup>2</sup> , не менше | час спрацювання $t_{\text{спр.}}$ , с, не більше | загальна питома гальмівна сила $\gamma_r$ , Н/кг (кгс/кг), не менше | коефіцієнт осової нерівномірності гальмівних сил $K_{\text{в}}$ , не більше |
| Одиночні автотранспортні засоби й автопоїзди | $M_1$                              | —  | 500 (50)  | 16,2   | 5,2   | 0,6  | 5,3   | 0,09  |
|  | $M_2$                              | —  | —   | 14,5   | 6,1   | —  | (0,53)  | —   |
|  | $M_3$                              | —  | —   | 21,2   | 4,5   | —  | 4,6   | 0,11  |
| Одиночні автотранспортні засоби              | —                                  | —  | —   | 18,7   | 5,5   | —  | (0,46)  | —   |
|  | —                                  | —  | —   | 21,2   | 4,5   | —  | —   | —   |
|  | —                                  | —  | —   | 19,9   | 5   | —  | —   | —   |
|  | $N_1$                              | —  | 70 (70)   | 23   | 4   | 1  | —   | —   |
|  | $N_2$                              | —  | —   | 19   | 5,4   | —  | —   | —   |
|  | $N_3$                              | 40   | —   | 23   | 4   | —  | —   | —   |
| Автопоїзди                                   | —                                  | —  | —   | 18,4   | 5,7   | —  | —   | —   |
|  | —                                  | —  | —   | 23   | 4   | —  | —   | —   |
|  | —                                  | —  | —   | 17,7   | 6,1   | —  | —   | —   |
|  | $N_1$                              | —  | —   | 25   | 4   | 1,2  | 4,1   | 0,13  |
|  | $N_2$                              | —  | —   | 22,7   | 4,7   | —  | (0,41)  | —   |
|  | $N_3$                              | —  | —   | 25   | 4   | —  | —   | —   |
| —  | —                                  | —  | —   | 22,1   | 4,9   | —  | —   | —   |
| —  | —                                  | —  | —   | 25   | 4   | —  | —   | —   |
| —  | —                                  | —  | —   | 21,9   | 4   | —  | —   | —   |

*Примітка.* У дужках зазначені нормативи порожнього стану автотранспортних засобів.

Таблиця 12.3

| Тип автотранспортного засобу             | Категорія автотранспортного засобу | Початкова швидкість гальмування $v_0$ , км/год | Зусилля на органі керування $P_{\text{пед}}$ , Н (кгс), не більше |                        | Допустимі значення показників ефективності при випробуваннях |  |   |   |
|--|------------------------------------|--|---|------------------------|--|--|---|---|
|  |                                    |  | ручний орган керування  | ножний орган керування | гальмівний шлях $S_T$ , м, не більше                         | усталене сповільнення $\gamma_{\text{уст}}$ м/см <sup>2</sup> , не менше | час спрацювання $\tau_{\text{спр}}$ , с, не менше | загальна пітова гальмівна сила $\gamma_T$ , Н/кг (кгс/кг), не менше |
|  |                                    |  |   |                        |  |  |   |   |
| Одиночні автотранспортні засоби і поїзди | $M_1$                              | —  | 400 (40)  | 500 (50)               | 31,1   | 2,3  | 0,6   | 2,4 (0,24)  |
|  | $M_2$                              | —  | —   | —                      | 25   | (3)  | —   | —   |
|  | $M_3$                              | —  | —   | —                      | 34,3 (31,2)  | 2,3 (2,6)  | —   | —   |
| Одиночні автотранспортні засоби          | $N_1$                              | —  | 600 (60)  | 700 (70)               | 36,9   | 2,1  | —   | —   |
|  | $N_2$                              | —  | —   | —                      | 24,2   | (3,7)  | —   | —   |
|  | $N_3$                              | 40   | —   | —                      | 36,9 (23,4)  | 2,1 (3,9)  | 1   | —   |
| Автопоїзди                               | $N_1$                              | —  | —   | —                      | 36,9 (22,2)  | 2,1 (4,2)  | —   | —   |
|  | $N_2$                              | —  | —   | —                      | 38,9   | 2,1  | —   | 2,2 (0,22)  |
|  | $N_3$                              | —  | —   | —                      | (27,2)   | (3,5)  | —   | —   |
|  |                                    |  |   |                        | 38,9   | 2,1  | 1,2   | —   |
|  |                                    |  |   |                        | (26,7)   | (3,6)  | —   | —   |
|  |                                    |  |   |                        | 38,9   | 2,1  | —   | —   |
|  |                                    |  |   |                        | (26,2)   | (3,7)  | —   | —   |

Примітка. У дужках зазначені нормативи для порожнього стану автотранспортних засобів.

Показниками ефективності гальмових систем автотранспортних засобів беруть: гальмівний шлях  $S_T$  або усталене сповільнення  $\gamma_{\text{уст}}$  і час спрацювання гальмової системи  $\tau_{\text{спр}}$ , а також здатність автомобілів і автопоїздів зберігати стійкий прямолінійний рух при гальмуванні без коректування водієм траєкторії руху.

Початкова швидкість гальмування за стандартом становить 40 км/год.

Гальмівним називають шлях, пройдений автомобілем за час безпосереднього гальмування при включеному зчепленні. По слідах шин, залишених на дорозі, визначають синхронність гальмування коліс і ступінь заносу автомобіля. Цей спосіб діагностування гальмів не дає вірогідних результатів, крім того, користування ним утрудне-

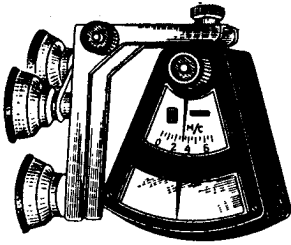


Рис. 12.1. Деселерометр мод. 1155 М

не потребує мати досить велику горизонтальну ділянку дороги з твердим сухим і рівним покриттям. Таке діагностування гальм також пов'язане зі значним спрацюванням шин під час руху автомобіля юзом.

Сповільнення автомобіля визначають також на рівній горизонтальній ділянці дороги. Автомобіль розганяють до швидкості 40 км/год і різко гальмують натисненням на педаль ногого гальма при виключеному зчепленні. Сповільнення автомобіля вимірюють за допомогою деселерометра (мод. 1155М) або деселерографа (типу «Мотометр»). Принцип роботи деселерометра (рис. 12.1) полягає у фіксації шляху переміщення рухомої інерційної маси приладу щодо його корпусу, нерухомо закріпленого на автомобілі. Це переміщення відбувається під дією сили інерції, що виникає при гальмуванні автомобіля і пропорційна його сповільненню. Інерційною масою деселерометра можуть бути тягарець, що поступально рухається, маятник, рідина або датчик прискорення, а вимірником — стрілочний пристрій, шкала, сигнальна лампа, самопис, компостер та ін. Для стійкості показань деселерометр обладнують демпфером (рідинним, повітряним, пружинним), а для зручності вимірювань — механізмом, який фіксує максимальне сповільнення.

При стендових випробуваннях гальмівні властивості автомобіля оцінюють за питомою загальною гальмівною силою і часом спрацювання гальмової системи, що характеризують ефективність гальмування, а також за коефіцієнтом осьової нерівномірності гальмівних сил, який визначає відхилення поздовжньої осі автомобіля від заданого напрямку.

Загальну питому гальмівну силу знаходять за формулою

$$v_{\tau} = \Sigma P_{\tau} / G_a,$$

де  $\Sigma P_{\tau}$  — сума максимальних зусиль, що розвиваються гальмовими механізмами цієї системи на колесах автотранспортного засобу, Н;  $G_a$  — повна маса автотранспортного засобу, кг.

Коефіцієнт осьової нерівномірності гальмівних сил автомобіля визначають за формулою

$$K_{\text{н}} = |P_{\text{г.пр}} - P_{\text{г.лів}}| / (P_{\text{г.пр}} + P_{\text{г.лів}}),$$

де  $P_{\text{г.пр}}$ ,  $P_{\text{г.лів}}$  — максимальні зусилля, що розвиваються колісними гальмовими механізмами відповідно на правих і лівих колесах кожної осі автотранспортного засобу.

Стоянкova гальмова система повинна забезпечувати загальну питому гальмівну силу не менш як 0,16 або нерухомий стан автотранспортного засобу повної маси на підйомі з уклоном не менш як 16 %.

Для автомобілів категорій *M* і *N* у спорядженому стані уклон відповідно дорівнює 23 і 31 %. Визначена ефективність стоянкової гальмової системи повинна бути забезпечена при зусиллі на ручному органі керування не більш як 400 Н (40 кгс) для категорії *M* і 600 Н (60 кгс) — для решти категорій; на ножному органі — не більш як як 500 (50) і 700 (70 кгс) відповідно.

Допоміжна гальмова система при русі автомобіля з швидкістю  $(30 \pm 5)$  км/год повинна забезпечити загальну питому гальмівну силу не менш як 0,06 або усталене сповільнення не менш як  $0,5 \text{ м/с}^2$  ( $0,8 \text{ м/см}^2$  для порожнього стану).

Силовий спосіб діагностування гальм полягає в безпосередньому вимірюванні гальмівних сил на кожному з коліс автомобіля при статичному стані коліс у процесі їхнього обертання. У першому випадку добути результати не точні у зв'язку з тим, що не відтворюються умови реального динамічного процесу гальмування. У другому випадку гальмівну силу кожного з коліс, приведеного в обертання роликками станда від електродвигуна, вимірюють, загальмовуючи їх. Силовий спосіб у динаміці тепер дуже поширений.

*Поелементне діагностування* гальм проводять після загального в разі відхилення добутих результатів від технічних умов. При цьому визначають хід педалі гальма, залишковий тиск у системі гідропривода, зазор між колодками і барабаном та інші параметри, застосовуючи лінійки, шупи, манометри, секундоміри та ін. Порушення герметичності гідравлічного привода визначають за зниженням рівня гальмової рідини в резервуарі та за слідами її підтікання, а також за характером опору натисненню педалі гальма та за її залишковим ходом.

Після виконання контрольно-діагностичних робіт у разі потреби виконують кріпильні, регулювальні та інші роботи. Як приклад розглянемо деякі з них. Найчастіше перевіряють вільний хід педалі гальма, а також регулюють гальма. Часткове регулювання гальм роблять у разі потреби, а повне — після заміни колодок або фрикційних накладок, а також заміни або розточування гальмових барабанів. При частковому регулюванні перевіряють, а в разі потреби й регулюють вільний хід педалі гальма і зазор між колодками та барабаном. Під час повного регулювання гальм виконують усі операції часткового регулювання і додатково центрування гальмових колодок відносно гальмових барабанів.

Порівняно з дорожніми випробуваннями діагностування на стендах має деякі переваги: висока точність результатів випробувань; можливість диференційованого вивчення будь-якого з факторів, що впливають на процес руху автомобіля; безпека випробувань на будь-яких швидкісних і навантажувальних режимах; можливість імітації різних дорожніх умов; малі витрати часу і коштів для випробувань; можливість стандартизації умов випробувань для забезпечення

повторюваності результатів і порівнянності даних, добутих на різних стендах, та ін. Стенди дають змогу визначити гальмівне зусилля на кожному колесі, одночасність гальмування коліс автомобіля, час спрацювання, зусилля на гальмові педалі та інші параметри.

Діагностування на спеціальних стендах може здійснюватись інерційним або силовим способом вимірювання показників ефективності гальм. Інерційний спосіб ґрунтується на вимірюванні сил інерції, що виникають під час гальмування автомобіля і прикладені в місцях контакту коліс із опорною поверхнею (площинки або роликів). При цьому гальмівні сили можна вимірювати або за силами інерції поступово й обертово рухомих мас автомобіля, який переміщується, або за силами інерції мас і маховика стенда, які діють на загальмовані колеса нерухомого автомобіля. У першому випадку застосовують платформні стенди для одночасної перевірки повної гальмівної сили кожного колеса автомобіля, а в другому — роликові стенди з інерційними масами для визначення гальмівних сил і гальмівних шляхів кожного з коліс.

Як приклад на рис. 12.2 показаний один із стендів для діагностування гальм.

Вільний хід педалі гальма в автомобілів із гідравлічним приводом повинен бути 8...14 мм, а з пневматичним — 40...60 мм. На автомобілях ГАЗ вільний хід педалі гальма залежить від зазора між штоком і дни-

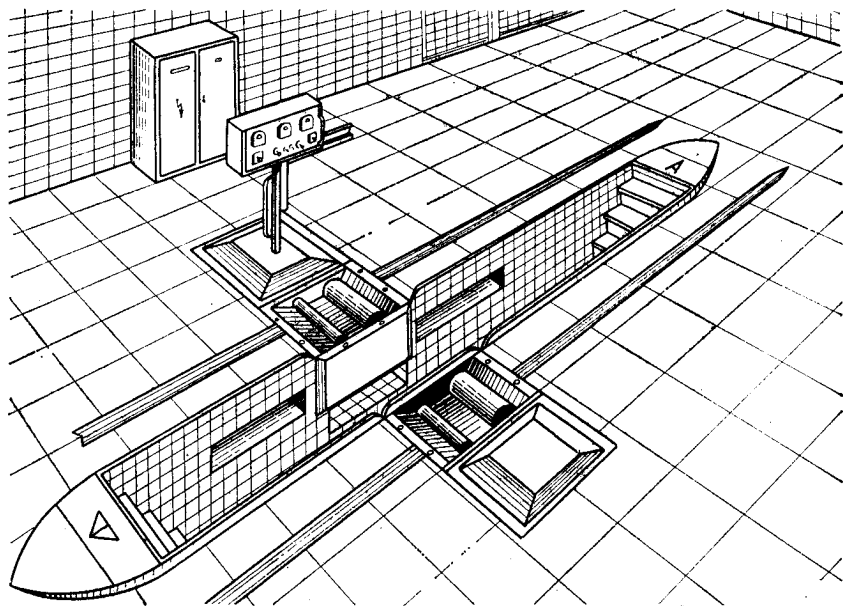


Рис. 12.2. Стенд КИ-4998 для діагностування гальм

щем поршня головного гальмового циліндра. У відгальмованому стані цей зазор має дорівнювати 1,5...2,5 мм. Зазор регулюють ексцентриковим пристроєм (на автомобілях ГАЗ-66) або різьбовою муфтою (на автомобілях ГАЗ-53 та ін.). На автомобілях із пневматичним приводом гальм перед їхнім регулюванням перевіряють хід штоків робочих гальмових камер (має дорівнювати 15...35 мм). Вільний хід гальмової педалі в таких автомобілях, як ЗІЛ-130, МАЗ-500 та ін., регулюють, змінюючи довжину тяги, яка з'єднує педаль гальма з важелем гальмового крана.

Перед будь-яким регулюванням колісних гальм треба перевірити правильність затягання підшипників маточин коліс і в разі потреби довести її до норми. Часткове регулювання гальм на автомобілях ГАЗ здійснюють, повертаючи ексцентрик, на автомобілях ЗІЛ і КраЗ — обертаючи регулювальний вал черв'ячного механізму повороту розтискного кулака. При виконанні регулювань гальм треба мати на увазі, що зазор між накладками колодок і гальмовим барабаном повинен бути в межах 0,1...0,4 мм. Повне регулювання колісного гальма автомобілів ГАЗ здійснюється поворотом опорних пальців з регулювальними ексцентриками, а автомобілів ЗІЛ — поворотом опорних пальців. Водій періодично перевіряє нагрівання гальм барабанів коліс.

У разі замазлювання фрикційних накладок, колодок та інших деталей знімають гальмові барабани, очищають їхню робочу поверхню металевою щіткою і промивають в неетильованому бензині. Одночасно перевіряють стан циліндрів гідропривода гальм, гальмових камер та інших деталей.

При «провалюванні» гальмової педалі заміняють у разі потреби манжети, трубки, штуцери, колісні циліндри, підтягують кріплення, а потім прокачують гідравлічну систему гальм для видалення повітря. Систему прокачують вручну або за допомогою спеціального бачка. Для цього видаляють бруд із головного і колісних циліндрів, заповнюють гальмовою рідиною головний циліндр, з правого заднього циліндра (найбільше віддаленого від головного) знімають гумовий ковпачок перепускного клапана і замість нього надівають гумовий шланг, кінець якого опущений у скляну посудину, заповнену наполовину гальмовою рідиною. Після цього повертають на  $1/2...3/4$  оберта перепускний клапан і кілька разів швидко натискають на гальмову педаль, а потім повільно відпускають її. При цьому пухирці повітря виходять у посудину з гальмовою рідиною. Після припинення виходу пухирців затягають клапан, знімають шланг і прокачують решту циліндрів від далекого до близького.

Циліндр гідровакуумного підсилювача прокачують після прокачування через клапани, на які по черзі надівають гумові шланги. Під час прокачування треба стежити за рівнем гальмової рідини в головному гальмовому циліндрі, систематично доливаючи її до рівня.

Тепер для прокачування гідравлічних гальм в АТП широко застосовують спеціальні установки. Вони забезпечують надійне прокачування гальм і виключають додаткові операції для промивання гальмової системи під час ремонту і при СО. Гальмову систему прокачують під тиском за ходом руху рідини в системі, тобто від головного циліндра до робочих. Працюючи на установці, втрачають гальмової рідини зводять до нуля, адже відпрацьована гальмова рідина, злита з гідравлічної системи гальм, проходить систему відстоювання і фільтрації і надходить потім для повторного використання. Уся система резервуарів відстоювання і фільтрації, приладів для прокачування і лінія доливання змонтована в комплексі. Рух гальмової рідини в установці забезпечується як під тиском, так і самопливом. На установці зайнятий один робітник, який здійснює повне прокачування гальмової системи автомобіля за 4...5 хв.

Рівень гальмової рідини у головному гальмовому циліндрі має бути нижчим від зовнішньої кромки заливального отвору на 15...20 мм. Доливати до рівня треба рідину тільки тієї марки, яка заправлена в систему гальм. Якщо немає такої, всю систему слід промити свіжою гальмовою рідиною або спиртом, а потім заправити новою. Категорично забороняється використовувати для промивання і заправки ацетон і мінеральні масла, бо це спричиняє швидке руйнування гумових деталей. Рідину однієї марки можна використовувати повторно після відстоювання.

Гальмову систему щодня перевіряють на герметичність. Тиск повітря у гальмовій системі повинен бути при русанні не менш як 0,45 МПа, а при русі — 0,55...0,75 МПа. В зимову пору, щоб не допустити замерзання конденсату в балонах і утворення льодяних пробок у гальмових трубках, щодня зливають конденсат із балонів, коли в них естиснуте повітря. У звичайних умовах конденсат зливають при ТО-1 і ТО-2. При замерзанні конденсату в балонах розігрівати балони можна теплою водою, паром і та ін., але не відкритим вогнем.

Щодня перевіряють кріплення компресора і натяг його приводного паса. Нормальний прогин паса становить 10...15 мм при натисненні на його середину з силою 30...40 Н. Додатково через 40...50 тис. км пробігу знімають головку компресора, очищають поршні, клапани, їхні сідла і пружини від нагару. Спрацьовані клапани притирають або замінюють.

Догляд за гальмовими кранами полягає в періодичному огляді, очистці від бруду, перевірці роботоздатності, герметичності та в регулюванні. При ТО-4 гальмові крани треба зняти, очистити, промити гасом, тертьові поверхні змастити маслом згідно з картою мащення, а в разі негерметичності клапанів відрегулювати їхній хід прокладками або замінити клапани.

Регулятор тиску в разі потреби регулюють на початок подачі повітря компресором, обертаючи ковпак регулятора тиску, а відклю-

чають компресор від системи за допомогою прокладок (при збільшенні товщини набору регульовальних прокладок тиск відключення зменшується, а при зменшенні — збільшується). Коли тиск повітря в системі підвищується до 0,7...0,74 МПа, регулятор автоматично відключає подачу повітря компресором, а при зниженні до 0,6 МПа — включає.

Запобіжний клапан регулюють за допомогою гвинта, закріплено-го контргайкою, так, щоб він відкривався при тиску в системі 0,9... 0,85 МПа. Справність запобіжного клапана перевіряють, випускаючи через нього повітря з балона. Для цього треба потягти за стержень клапана. Запобіжний клапан періодично перевіряють на герметичність, змочивши його мильною водою. Перед цим клапан розбирають, деталі промивають у гасі, просушують, перевіряють їхній стан і в разі потреби замінюють справними.

При ТО гальмової системи виконують також багато інших робіт: перевіряють кріплення повітряних балонів і гальмових кранів, роботоздатність системи привода ручного гальма, герметичність гальмових кранів і камер; підтягають кріпильні з'єднання, регулюють ручне гальмо і т. д. Усі ці операції виконуються в разі потреби і вони залежать від моделі автомобіля та конкретних умов його експлуатації.

Автомобілі КамАЗ мають чотири автономні гальмові системи: робочу, запасну, стоянкову і допоміжну. Обслуговування цих систем потребує спеціального розгляду.

Досвід експлуатації автомобілів КамАЗ показав, що половина всіх відказів є наслідком втрати герметичності. Найменш надійні елементи такі: у робочій гальмовій системі — потрійний захисний клапан, у стоянковій і запасних гальмових системах — гальмова камера типу 20/20 з енергоакумулятором і прискорювальний клапан. У приводі гальм причепа понад 50 % відказів виникає через несправності клапана керування гальмами причепа з однопровідним приводом. Багато відказів припадає на регулятор тиску. Перелічені елементи гальмових систем автомобілів КамАЗ потребують особливого ТО.

При обслуговуванні пневмопривода гальм автомобілів КамАЗ треба пересвідчитися в герметичності системи в цілому та її окремих елементів. Особливу увагу слід приділити перевірці герметичності з'єднань трубопроводів і гнучких шлангів, оскільки в цих місцях найчастіше виникає витікання стиснутого повітря.

Місця витікання визначають на слух або за допомогою мильної емульсії. Умови перевірки пневмосистеми такі: тиск номінальний, споживачі стиснутого повітря виключені, компресор не працює. За цих умов тиск повітря в повітряних балонах не повинен зменшуватись більш ніж на 15 кПа за 15 хв. Після увімкнення органів керування тиск повітря в повітряних балонах повинен зменшуватись не більш ніж на 30 кПа.



Витікання повітря із з'єднань трубопроводів усувають, підтягуючи або замінюючи деякі елементи з'єднань.

Щороку треба зливати конденсат із повітряних балонів. У противному разі конденсат проникне в прилади гальмового привода і стане причиною виходу їх із ладу. Особливо важливо це робити взимку, коли конденсат може замерзнути в трубопроводах і приладах. Якщо конденсат замерз, забороняється відігрівати прилади, трубопроводи і повітряні балони відкритим вогнем.

Іноді в конденсаті з'являється масло. Це свідчить про несправності компресора (спрацювання поршневих кілець, масляного ущільнення заднього торця колінчастого вала або підшипників нижніх голов шатунів).

При ТО компресора особливу увагу звертають на його кріплення. Гайки шпильок кріплення головки компресора мають бути рівномірно затягнуті (крутний момент 12...17 Н·м).

Особливу увагу треба звертати на стан гальмових циліндрів з пружинними енергоакумуляторами. Такий акумулятор — складова частина контура пневмопривода гальм колії заднього візка стоянкової і запасної гальмових систем. Він приводиться в дію при випусканні стиснутого повітря в атмосферу з порожнини циліндра через прискорювальний клапан, що керується ручним гальмовим краном. При порушенні герметичності в контурі пневмопривода гальм стоянкової і запасної систем або при зниженні тиску в балоні цього контура автоматично приводяться в дію гальмові механізми коліс заднього візка автомобіля. Для дальшого руху автомобіля треба розгальмувати гальмові механізми коліс заднього візка за допомогою пристроїв пневматичного або механічного розгальмування. При експлуатації в зимових умовах зробити це не так просто, оскільки бруд і волога, що скупчились у западині корпусу циліндра, замерзають і перешкоджають розгальмуванню. Тому в сльотяну погоду треба щодня оглядати й очищати від бруду циліндри енергоакумуляторів, щоб забезпечити постійний добрий доступ до гвинта аварійного розгальмування і виключити потрапляння води всередину циліндрів.

Западини циліндра бажано закривати спеціальною кришкою, яку надівають на нього зверху. Розбирають циліндр із пружинним енергоакумулятором повинен кваліфікований спеціаліст і тільки за допомогою спеціальних пристроїв та з додержанням заходів безпеки.

Інші незгадані пошкодження циліндрів спричиняються в основному прониканням вологи по тілу гвинта розгальмування в порожнину енергоакумулятора.

При ТО допоміжної гальмової системи перевіряють кріплення й обертання заслінки. Якщо заслінка обертається туго, треба зняти її корпус, очистити вісь заслінки від коксових відкладень, промити в гасі, обдути стиснутим повітрям і встановити на місце.

## 12.2. Рульове керування

Для рульового керування характерні такі несправності: спрацьовуються робочі пари, опори рульового вала і вала рульової сошки; ослаблюється кріплення картера рульової колонки; згинається поперечна рульова тяга; заїдають деталі; спадає тиск і порушується герметичність гідропідсилювача. Вузли тертя ковзання рульового привода працюють у важких умовах. Навантаження в шарнірах рульових тяг має знаковмінний характер, питомі навантаження досягають 20 МПа і більше, тоді як мастильний матеріал у шарнірах розподіляється нерівномірно по поверхнях тертя. Шарніри погано захищені від пилу, бруду і вологи. Усе це призводить до швидкого спрацьовування шарнірів і ослаблення кріплення деталей рульового привода. Внаслідок старіння масла в системі гідравлічного підсилювача руля можливе засмічення клапанів і фільтрів смолистами відкладеннями. В результаті усіх цих змін утруднюються керування автомобілем, збільшуються зусилля, потрібні для повороту керованих коліс.

При збільшенні зазорів у з'єднаннях рульового керування порушується правильне співвідношення між кутами керованих коліс і збільшується час повороту коліс. Збільшені зазори можуть бути причиною вібрації передньої частини автомобіля і втрати ним стійкості.

*Основне завдання ТО рульового керування* — забезпечення мінімального спрацьовування деталей, підтримання легкості і зручності керування автомобілем із метою створення безпеки його руху.

До контрольно-діагностичних робіт ТО рульового керування належать: його огляд; перевірка вільного ходу рульового колеса, зазорів у шарнірах тяг, осьового люфту рульового вала, зазора в зачепленні рульової передачі і граничних кутів повороту керованих коліс; регулювання шарнірів-тяг, підшипників черв'яка рульової передачі і зазора в зачепленні робочої пари рульової передачі. Коли в рульовому керуванні є підсилювач, до обслуговування додатково входить перевірка кріплення агрегатів, рівня масла в бачку системи і робочого тиску насоса.

*Огляд рульового керування* роблять при всіх видах ТО. При цьому перевіряють кріплення деталей та шплінтування їх. Усі кріпильні деталі (пробки і гайки кульових пальців, шарнірів поздовжньої і поперечної рульових тяг) повинні бути добре затягнуті, а кріплення рульових важелів мають бути надійно зашплінтовані.

Загальне діагностування технічного стану рульового керування може бути здійснене за *вільним ходом (люфтом) рульового колеса*. На вільний хід рульового колеса впливають *зазори* в робочій парі передачі, підшипниках рульового вала, у шарнірах рульового привода та інших елементах рульового керування. Вільний хід рульового колеса збільшується також із ослабленням кріплень картера рульової

Таблиця 12.4

| Типи автомобілів | Власна маса автомобіля, що припадає на керовані колеса, т | Зусилля по шкалі динамометра, Н (кгс) | Граничне значення сумарного люфту, ° не більше |
|------------------|---|---------------------------------------|--|
| Легкові          | До 1,6 включно  | 7,35 (0,75)                           | 10   |
| Автобуси         | Те саме   | 7,35 (0,75)                           |  |
|                  | Понад 1,6 до 3,8 включно                                  | 10 (1)                                | 10 *   |
| Вантажні         | Понад 3,86  | 12,3 (1,25)                           |  |
|                  | До 1,6 включно  | 7,35 (0,75)                           |  |
|                  | Понад 1,6 до 3,86 включно                                 | 9,8 (1)                               | 25 *   |
|                  | Понад 3,86  | 12,3 (1,25)                           |  |

\* Для автобусів і вантажних автомобілів, створених на базі агрегатів легкових автомобілів, — не більш як 10° при зусиллі по шкалі динамометра 7,35 Н (0,75 кгс).

передачі, рульової сошки, рульових важелів та інших деталей рульового керування. Якщо вільний хід рульового колеса перевищує встановлені граничні значення, то істотно знижується зручність керування автомобілем. Для повороту керованих коліс на невеликий кут водій змушений повертати рульове колесо на значний кут. При русі з підвищеною швидкістю внаслідок великого вільного ходу рульового колеса запізнюватиметься поворот керованих коліс і погіршуватиметься керованість автомобіля. Збільшений вільний хід рульового колеса свідчить про можливість виникнення навантажень ударного характеру між деталями рульового керування і про ослаблення кріплення деталей. В результаті цього зменшується безпека руху автомобіля.

*Люфт рульового колеса* визначається як сумарний кут, на який повертається рульове колесо автомобіля під дією по черзі прикладених до нього і протилежно напрямлених регламентованих зусиль при нерухомих керованих колесах.

Діють диференційовані нормативи граничних значень сумарного люфту в рульовому керуванні. У регламентованих умовах випробувань він не повинен перевищувати граничних значень, наведених у табл. 12.4. Для автомобілів, знятих із виробництва, це значення дорівнює не більш як 25°. Значення зусиль по шкалі динамометра у табл. 12.4 подані для розрахункового значення плеча їх прикладення, що дорівнює половині діаметра середньої лінії обода рульового колеса.

Метод перевірки сумарного люфту ґрунтується на застосуванні штучного діагностичного параметра. Штучність його полягає в тому, що регламентовані зусилля, які спричиняють поворот рульового колеса на контрольований кут, підібрані емпірично для різних моделей автомобілів. Вони впорядковані на основі запровадженої класи-

фікації транспортних засобів за їхнім типом і власною масою, що припадає на керовані колеса.

Природний критерій закінчення вільного ходу рульового колеса — момент початку повороту керованих коліс — важковловимий без застосування спеціалізованого обладнання. Оператор-діагност повинен візуально визначати цей момент і водночас зчитувати показання по шкалі кутомірного пристрою, встановленого на рульовому колесі автомобіля. На шкалу приладу, щоб уникнути похибки, треба дивитися з робочого місця водія, але керованих коліс звідти не видно. Тому, як показала перевірка, похибка методу визначення люфту за моментами початку повороту керованих коліс надміру велика при масовому оперативному контролі технічного стану автомобілів в АТП.

Однак передбачається визначення сумарного люфту за моментом початку повороту керованих коліс у тому разі, коли в процесі перевірки все-таки спостерігається цей поворот до досягнення регламентованого значення зусилля на рульовому колесі.

Метод перевірки сумарного люфту апробований тривалим застосуванням на автотранспорті і скоректований при розробці стандарту. Він забезпечує зручність застосування і скорочує час діагностування. При застосуванні цього методу можуть бути використані прилади моделі НІІАТ-К402, -К187 (рис. 12.3), якими забезпечені АТП і контролюючі органи.

Випробування проводять на нерухомому автомобілі без його розбирання, від'єднання деталей або вивішування коліс. Навантаження автомобіля не регламентується. Рульове керування перевірять

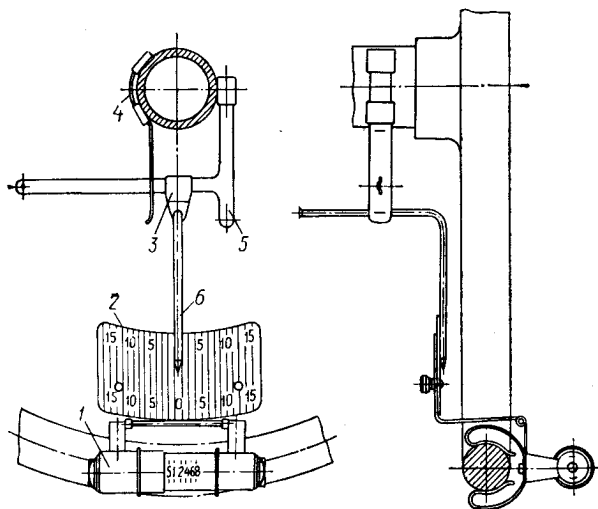


Рис. 12.3. Прилад К-187 для діагностування рульового керування:

1 — динамометр; 2 — шкала динамометра; 3 — сполучна вилка; 4 — захват; 5 — кронштейн; 6 — стрілка

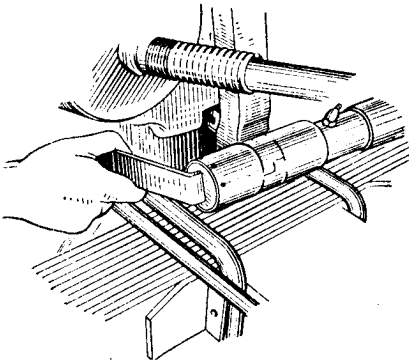


Рис. 12.4. Усування люфту в шарнірах рулевих тяг

після того, як визначають, що стан керованих коліс відповідає вимогам стандарту. Шини повинні бути чистими й сухими. Випробування автомобілів, обладнаних підсилювачем рульового привода, проводять при працюючому двигуні. При визначенні сумарного люфту керовані колеса мають бути встановлені на сухій асфальто- або цементобетонній поверхні.

Огляд і випробування навантаженням деталей рульового керування та їхніх з'єднань здійснюють на оглядовій канаві, естакаді або підйомнику, якщо їхня конструкція забезпечує збереження навантаження, яке припадає на колеса автомобіля.

В автомобілях з гідропідсилювачем рульового привода вільний хід рульового колеса треба перевіряти при працюючому двигуні, оскільки при непрацюючому вільний хід буде більшим внаслідок переміщень золотника клапанного пристрою, який створює слідкуючі дії рульового привода. Після цього перевіряють роботу рульового керування під час руху автомобіля. Керовані і рульові колеса повинні повертатися з одного крайнього положення в інше без заїдання й великого опору.

Підвищений вільний хід рульового колеса можна усунути, регулюючи зазори у шарнірах рулевих тяг. Збільшений зазор у шарнірах усувають підкручуванням різьбових пробок (рис. 12.4). Якщо це регулювання не усуває підвищеного вільного ходу рульового колеса, треба відрегулювати підшипники черв'яка, а потім зачеплення робочої пари рульового механізму.

Осьовий зазор підшипників черв'яка регулюють в автомобілях ЗІЛ, підтягуючи регульовальну пробку (гайку), а в автомобілях ГАЗ — змінюючи кількість прокладок під передньою кришкою. Зачеплення робочої пари регулюють за допомогою регульовального гвинта.

Якщо автомобіль має гідропідсилювач, то додатково звертають увагу на рівень і чистоту масла, яке заливають у систему гідропідсилювача, і стан шлангів. Періодично промивають фільтри насоса і перевіряють робочий тиск, що його розвиває насос гідропідсилювача рульового привода. У працюючій системі гідропідсилювача температура масла повинна бути в межах 65...77 °С. При нагріванні масла понад 100 °С треба зупинити автомобіль і дати змогу маслу охолонути.

### 12.3. Особливості технічного обслуговування рульового керування автомобілів КамАЗ

Несвоєчасне і не в повній номенклатурі обслуговування рульових керувань КамАЗ призводить до виникнення несправностей і в і д к а з і в, найбільш небезпечні з яких *тріщини* деталей, *заїдання* запобіжного і перепускного клапанів, *поломка* пружин реактивних плунжерів, спрацювання статора і ротора насоса гідропідсилювача, а також *сколювання* і *викривлення* цементного шару кульових пальців шарнірних зчленувань. Перелічені несправності погіршують керування автомобілем, знижують стабілізацію коліс, спричиняють нагрівання і заїдання механізмів, що може призвести до аварій.

Виявити приховані несправності рульового керування автомобілів КамАЗ звичайними методами не завжди можна. До точніших ефективніших методів і засобів діагностування рульового керування належить *метод діагностування за фазовими портретами*. Суть цього методу полягає ось у чому.

Для рульового керування з гідропідсилювачем як динамічної системи характерні перехресні зв'язки між структурними параметрами (спрацювання і пошкодження деталей) та вихідними параметрами (зміна зусилля на повороті). Спряжені деталі рульового керування залежно від технічного стану мають різну пружність (усадка або поломка пружини), а процес їхньої взаємодії характеризується різними втратами на тертя (задири, сколювання, спрацювання кульових пальців і вкладишів) і послідовним вибиранням зазорів.

Неправильне регулювання спряжень або поява прихованих пошкоджень призводять до зміни зусилля  $P$  повороту (на ободі рульового колеса) або тиску  $q$  в гідропідсилювачі (підтікання масла через нещільності або зазори) залежно від кута повороту  $\varphi$  рульового колеса. Тому якщо записати за допомогою самописа і датчиків залежність зміни зусиль  $P$  (або тиску) від кута  $\varphi$  на певній фазі (до вибирання всіх зазорів і початку повороту коліс), то можна дістати циклову діагностичну характеристику — фазовий портрет, розмір і форма якого залежатимуть від того, чи є приховані несправності. Наприклад, заїдання рульового механізму призведе до різкого зростання зусилля при малому  $q$  і, навпаки, зазори у спряженнях механізму гідропідсилювача і зчленуваннях привода спричинять збільшення кута повороту  $\varphi$  при невеликому зусиллі, що буде діагностичною ознакою дефекту.

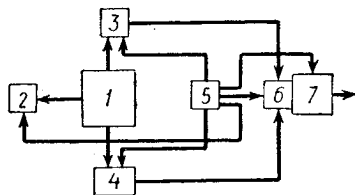


Рис. 12.5. Схема установки для діагностування рульового керування автомобілів КамАЗ:

1 — рульове керування з гідропідсилювачем; 2 — пристрій повороту рульового колеса; 3, 4 — датчики кута повороту  $\varphi$  зусилля на рульовому колесі (або тиск робочої рідини гідропідсилювача); 5 — блок живлення з випрямлячем і стабілізатором; 6 — підсилювач; 7 — двокоординатний самописець

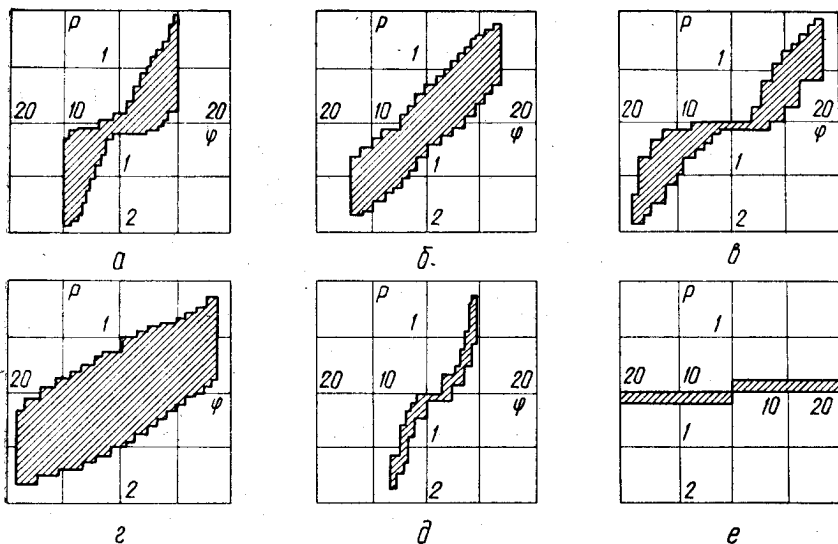


Рис. 12.6. Фазові портрети стану рульового керування:

*a* — несправний стан; *б* — поломка притискної пружини поздовжньої тяги; *в* — збільшений люфт у карданній передачі; *г* — люфти в карданній передачі в шарнірах рульових тяг, підвищений зазор у зчленуванні «сектор — рейка»; *д* — заклинювання в рульовому механізмі; *е* — обрив сошки

Схема установки для діагностування рульового керування автомобілів КАМАЗ показана на рис. 12.5. Поворот рульового колеса з положення, що відповідає руху автомобіля по прямій, ліворуч і праворуч (при заблокованому правому колесі), здійснюється задавальним пристроєм із швидкістю обертання, яка забезпечує стабільні умови запису характеристик. Зміна стану рульового керування за станом фазових портретів наведена на рис. 12.6 (*a...e*).

Зміна площі, кута нахилу і параметрів форми фазових портретів відображує істотні ознаки наближення як найбільш небезпечних передвідказних станів, так і незначних порушень регулювань (рис. 12.6, *б, в*). При обриві сошки внутрішня енергія системи, прямо пропорційна площі фазового портрета, прямує до нуля (рис. 12.6, *е*). Заїдання зламаної пружини шарнірного зчленування поперечної тяги, крім зміни форми фазового портрета, спричиняє додаткове «народження» нового паростка (рис. 12.7, *б*). Особливо слід підкреслити, що поєднання пошкоджень і розрегулювань спричиняє поворот фазового портрета за годинниковою стрілкою (див. рис. 12.6, *а, б*).

На стенді записують узагальнену характеристику «зусилля — переміщення» рульового колеса, а також вимірюють співвідношення кутів повороту керованих коліс. На стенді автомобіль фіксують ручним гальмом. Спочатку визначають співвідношення кутів повороту

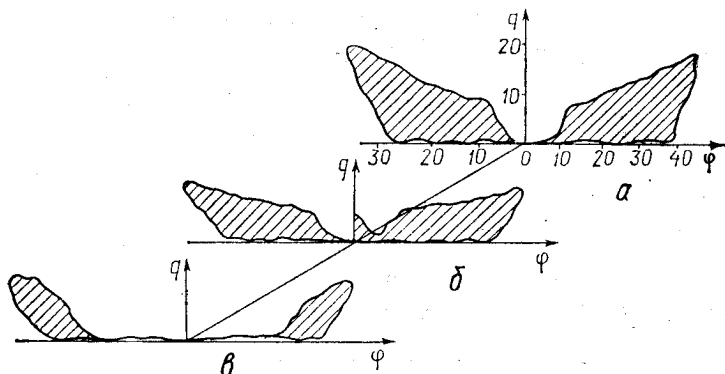


Рис. 12.7. Фазові портрети рульового керування:  
 а — справний стан; б — розрегулювання в системі; в — відказ

керованих коліс, а потім при працюючому гідропідсилювачі швидкодіючим самописом реєструють узагальнену характеристику рульового керування. Порівнюючи її з еталонною, ставлять діагноз. Загальний час діагностування не перевищує 5 хв.

### Контрольні запитання

1. Які загальні несправності гальмової системи?
2. Які є методи діагностування гальмової системи?
3. Як можна визначити гальмівний шлях і сповільнення автомобіля?
4. У чому полягає поелементне діагностування гальмової системи?
5. Які роботи виконують при ТО гальмової системи?
6. Які регульовальні роботи виконують при ТО гальмової системи?
7. Які особливості ТО гальмової системи з гідроприводом?
8. Які особливості ТО гальмової системи з пневмоприводом?
9. Які причини зміни технічного стану рульового керування при експлуатації автомобіля?
10. Які основні завдання ТО рульового керування?
11. Як виконується загальне діагностування рульового керування?
12. Які є методи перевірки технічного стану рульового керування?
13. Які роботи виконують при ТО рульового керування?
14. Які особливості ТО рульового керування автомобілів КамАЗ?

## Глава 13 МАСТИЛЬНІ РОБОТИ

### 13.1. Загальні положення

Своєчасне і якісне виконання робіт, пов'язаних із мащенням, різко скорочує спрацьовування тертьових деталей і значно збільшує їхній ресурс. Важлива умова високоякісного мащення автомобілів —



додержання чистоти при зберіганні мастильних матеріалів і при виконанні мастильних операцій, а також тримання в чистоті мастильного устаткування і заправного інвентаря. З деталей автомобіля перед мащенням повністю видаляють пил, бруд і залишки старого мастильного матеріалу. Прес-маслянки, ковпачкові маслянки, пробки контрольних і заливальних отворів старанно обтирають або обдувають стиснутим повітрям. Заправні пістолети періодично промивають у гасі.

Істотне значення у забезпеченні нормальної роботи механізму автомобіля має правильне застосування мастильних матеріалів за їхньою сортістю. Вживання nereкомендованих масел і мастильних матеріалів призводить до передчасного спрацювання деталей, а іноді й до виходу з ладу цілого механізму або агрегату.

При мащенні автомобіля стежать за тим, щоб мастильні матеріали не потрапляли на пофарбовані поверхні кузова і гумові деталі. Після закінчення мастильних операцій зайвину консистентних мастильних матеріалів, що виступають із зчленувань, а також бризки і краплини рідких мастильних матеріалів видаляють, пробки наливних отворів повністю закручують, прес-маслянки насухо витирають. Мастильні масла заливають у картери агрегатів автомобіля до встановленого рівня, який визначають масловимірвальним стержнем, контрольною пробкою або іншим способом. Недодержання цієї умови призводить до порушення нормальної роботи агрегату. Так, при надлишку масла спостерігається розбризкування його через сальникові ущільнення механізмів і підвищене нагароутворення на деталях кривошипно-шатунного механізму, при нестачі — швидко погіршується якість і порушується циркуляція масла, внаслідок чого не забезпечується повноцінне мащення деталей.

У холодну пору року в'язкість мастильних масел збільшується так, що вони втрачають текучість. Тому для заправлення автомобілів масло підігрівають різними методами (крім відкритого вогню).

Консистентні мастильні матеріали нагнітають через прес-маслянки солідолонагнітачем доти, поки мастильний матеріал не заповнить зазор між робочими поверхнями деталей, що визначають за появою мастильного матеріалу, який виступає із зазора зчленувань. Для полегшення подачі мастильного матеріалу третьові деталі розвантажують або зміщують одну щодо іншої похитуванням. При забрудненні мастильних каналів прес-маслянки пробивають гідропробійником і чистять канали.

### **13.2. Технічне обслуговування системи мащення двигунів**

Характер і обсяг робіт ТО системи мащення двигунів (рис. 13.1) визначаються зміною показників, які характеризують якість застосовуваних масел, і технічним станом системи.

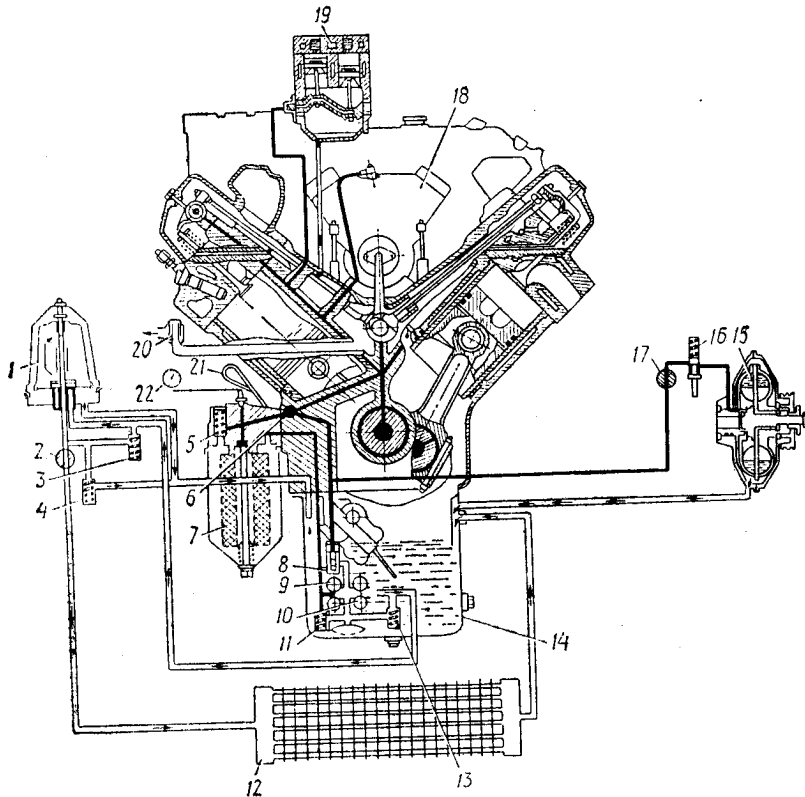


Рис. 13.1. Система мащення двигуна КамАЗ-740:

1 — фільтр відцентрової очистки масла (центрифуга); 2 — кран включення масляного радіатора; 3 — перепускний клапан центрифуги; 4 — зливальний кран центрифуги; 5 — перепускний клапан фільтра тонкої очистки масла; 6 — головна масляна магістраль; 7 — повнопотоковий фільтр очистки масла; 8 — диференціальний клапан; 9 — нагнітальна секція масляного насоса; 10 — радіаторна секція масляного насоса; 11 — запобіжний клапан нагнітальної секції; 12 — масляний радіатор; 13 — запобіжний клапан радіаторної секції; 14 — піддон; 15 — гідромуфта привода вентилятора; 16 — термосиловий датчик; 17 — кран включення гідромуфти; 18 — паливний насос високого тиску; 19 — компресор; 20 — сапун; 21 — показник рівня масла; 22 — манометр

Масло в процесі експлуатації двигуна погіршує свої показники внаслідок хімічної нестабільності, зміни фізико-хімічних властивостей, а також забруднення масла іншими речовинами. У працюючому двигуні масло дуже нагрівається, що в присутності кисню повітря, пари й оксидів деяких елементів створює умови для інтенсивного окислення. В результаті накопичення твердих і м'яких продуктів окислення в'язкість масла збільшується. Смолоподібні вторинні продукти окислення, що утворюються в маслі, призводять до появи відкладень на внутрішніх поверхнях як гарячих деталей двигуна, так

і охолоджених. Відкладення на гарячих деталях ведуть до пригорання поршневих кілець, погіршення умов мащення циліндрів, збільшення витрати масла на угар. Відкладення твердих продуктів окислення в камері згоряння і на днищі поршня сприяє появі детонаційних явищ при роботі двигуна. Липкі відкладення, що покривають усередині картер, клапанну коробку і маслопроводи, погіршують умови подачі масла до третьових поверхонь, а в деяких випадках можуть спричинити зависання клапанів і т. ін. При потрапалінні палива масло розріджується, а це веде до погіршення масляних властивостей і пов'язане з ослабленням масляної плівки в циліндрах і підшипниках двигуна. Кислоти, що утворюються при окисленні масла, кородують робочі поверхні деталей і особливо інтенсивно діють на свинцеві компоненти підшипників ковзання.

Забруднення масла продуктами спрацьовування двигуна, а також абразивами, що потрапляють до системи живлення і камери згоряння, значно знижує його якості.

У процесі експлуатації двигунів погіршується роботоздатність механізмів системи мащення. Це призводить до зниження продуктивності масляного насоса і зменшення тиску подачі масла, збільшення опору проходженню масла внаслідок відкладень у каналах системи. Погіршується подача масла до третьових поверхонь, які змащуються під тиском. Поступово засмічуються фільтри, знижується якість очистки масла і зменшується його ресурс. У кінцевому підсумку це погіршує властивість масла виконувати свої функції — захищати третьові поверхні деталей від спрацьовування.

За системою мащення перевіряють п р я м і ( с т р у к т у р н і ) д і а г н о с т и ч н і п а р а м е т р и: тиск масла у головній масляній магістралі, продуктивність масляного насоса, забрудненість масляного фільтра маслоочисника, тиск спрацьовання запобіжного і перепускного клапанів.

Обслуговування системи мащення передбачає: систематичну перевірку рівня масла в картері двигуна; заміну відпрацьованого масла; промивання системи мащення двигуна; заміну або промивання масляних фільтрів та інших пристроїв; усунення підтікання масла; перевірку і підтримування потрібного робочого тиску.

*Рівень масла в картері* двигуна перевіряють за допомогою маслорівнірювального щупа на рівному майданчику через 3...5 хв після зупинки двигуна. Масло в системі мащення двигуна має точно відповідати рекомендаціям автомобільних заводів. Особливу увагу приділяють маслам для двигунів із високим ступенем стискання, великою частотою обертання колінчастого вала і потужністю.

*Якість масла в картері* двигуна визначають при загальному діагностуванні за параметрами картерного масла. Наближено визначити якість масла без присадок в експлуатаційних умовах можна візуально за його кольором і прозорістю.

Масло, що залишилося на шупі і має світле забарвлення, через яке виразно видно риси позначок рівня, можна вважати придатним до дальшої експлуатації. Якщо масло має темний або чорний колір, через який риси видно погано, його треба замінити. При такому методі контролю слід мати на увазі, що в деяких умовах експлуатації (на ґрунтових дорогах) у маслі може бути підвищений вміст абразивів, які не спричиняють потемніння масла, але призводять до прискороного абразивного спрацювання.

У маслах із присадками миючий компонент присадки сприяє сильному подрібненню продуктів окислення масла. При цьому частинки механічних домішок перебувають у завислому стані, масло стає темним і малопрозорим навіть при безпечних концентраціях домішок. Отже, потемніння масел не є істотною ознакою погіршення його якості для масел із присадками.

*Якість масел із присадками* і без них може бути визначена краплинною пробою на білий фільтрувальний папір. Від краплини масла утворюється пляма з темним ядром посередині і більш світлим обідцем по краях. У ядрі осідають нерозчинні в маслі частинки, кількість яких визначає колір ядра від світло-сірого або світло-коричневого до чорного. Наявні в маслі розчинні продукти окислення змінюють колір масляного обідця від жовтого до темно-коричневого. Таким чином, за кольором елементів масляної плями та її характером можна визначити ступінь забруднення й окислення масла, а також його миючі властивості (для масел із присадками). Коли ядро темно-коричневе або чорне, треба замінити або очищати масляні фільтри. Якщо після цього не зміниться колір ядра, то слід замінити масло. Поява коричневого або темно-коричневого обідця свідчить про потребу заміни масла.

*В'язкість масла* контролюють віскозиметром, в якому швидкість протікання випробовуваного масла порівнюють із швидкістю протікання еталонного при однаковій температурі нагрівання.

*Тиск масла* в системі мащення контролюється манометром. Нормальний тиск масла у підігріваному двигуні при середній частоті обертання колінчастого вала має бути, МПа: для двигунів ЗМЗ і ГАЗ — не нижче як 0,2; ЗІЛ — 0,25; ЯМЗ — 0,4...0,7. Якщо при середній частоті обертання колінчастого вала двигуна ЗМЗ і ГАЗ тиск нижчий від 0,1 МПа, ЗІЛ нижчий від 0,25 МПа і ЯМЗ нижчий від 0,35 МПа, то двигун треба негайно зупинити і знайти причину зниження тиску масла. У протилежному разі можуть виплавитись корінні і шатунні підшипники.

Основними причинами зниження тиску масла можуть бути такі: перегрівання двигуна; розрідження масла паливом; недостатній рівень масла; великі зазори між шийками колінчастого вала і вкладишами; прокручування шатунного вкладиша; спрацювання шестерень масляного насоса; заїдання редукційного клапана у відкритому положенні та ін.

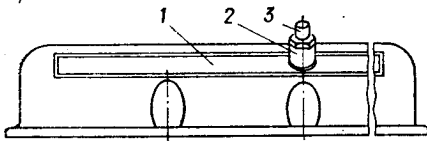


Рис. 13.2. Обприскувач, вмонтований у кришку головки блока:

1 — розподільник; 2 — ввідний патрубок;  
3 — штуцер

Зміну масла роблять при нагрітому двигуні, коли воно має меншу в'язкість і більшу текучість. Нагріте масло легше виділяє осад. Проте після випускання масла в системі мащення залишається шлам, який можна видалити промиванням усієї системи без знімання картера двигуна промивальною рідиною, що складається з 50 % дизельного палива і 50 % малов'язкого масла для двигунів або суміші з 45 % уайт-спіриту, 45 % машинного масла і 10 % ацетону. Як промивальну рідину часто використовують промивальні масла ВНИИ НП-ФД.

Для промивання дизельних двигунів застосовують регенерат масел Дп-8 і Дп-11. Двигуни автомобілів КамАЗ можна промивати сумішшю, що складається з 60 % дизельного палива й 40 % дизельного масла.

*Порядок промивання системи мащення двигуна* такий: двигун пускають, прогрівають його до температури 70...80 °С, потім зупиняють, зливають масло з картера і корпусів фільтрів через зливальні отвори. Елемент фільтра тонкої очистки замінюють, а елемент фільтра грубої очистки старанно промивають у дизельному паливі або гасі і продувають стиснутим повітрям; потім змочують у теплому маслі, яке застосовують для двигуна взимку. Фільтри складають і встановлюють на місце. Після цього в картер двигуна заливають до потрібного рівня промивальне масло або названу вище суміш. Двигун пускають і дають йому попрацювати на обертах холостого ходу 5 хв. Потім двигун зупиняють і зливають промивальну рідину. Розбирають і промивають елемент фільтра грубої очистки і замінюють елемент фільтра тонкої очистки масла. Після закінчення цих робіт у двигун заливають свіже масло відповідно сорту до мітки покажчика рівня.

При значному забрудненні й обсмоленні системи мащення двигун частково розбирають, а деталі миють у розчині синтетичної миючої речовини (МС-8, Лабоміт-101) або дизельному паливі.

Досвід експлуатації V-подібних двигунів показав, що продукти забруднення масла, які є в порожнині кришки головки блока і в відсіку між циліндрами, не видаляються при використанні всіх перелічених вище методів промивання, тоді як основна кількість їх концентрується саме в цих місцях. Такі системи промивають за допомогою обприскувачів, установлених у кришці головки блока циліндрів під впускною трубою (рис. 13.2).

Як промивальну рідину використовують дизельне паливо. Промивання системи мащення V-подібних двигунів знижує забрудненість картерного масла приблизно в два рази, а в'язкість — на 4 % (рис. 13.3).

Фільтри грубої і тонкої очистки масла в разі потреби прочищають, але не рідше, ніж при зміні масла. Блок фільтруючого елемента фільтра грубої очистки промивають (без розбирання) в гасі і продувають стиснутим повітрям після випускання й видалення відстою, а фільтруючий елемент фільтра тонкої очистки замінюють новим. Відцентровий масляний фільтр очищають при відкладеннях на стінках шламу завтовшки 15...25 мм.

Очистку роблять у такій послідовності. Відкручують гайку, знімають ковпак фільтра. Потім, відгвинтивши центральну гайку, знімають кришку ротора і промивають її в дизельному паливі або гасі. Сітчасті фільтри центрифуг після промивання продувають стиснутим повітрям. Очищають від смоловідкладень і осадів канали на шайбі кожуха. Складають відцентровий фільтр і перевіряють його роботу на слух. Час обертання ротора центрифуги за інерцією після зупини двигуна має бути не менш як 40...60 с (визначають за легким шумом).

Водночас із зміною масла перевіряють систему вентиляції картера двигуна. Засмічення цієї системи створює в картері надлишковий тиск, що спричиняє течу масла через сальникові ущільнення. Щоб усунути ці небажані явища при зміні масла, промивають гасом корпус і фільтрують набивку вентиляції картера.

Відпрацьовані масла для двигунів — цінна сировина і вони можуть бути повторно використані у двигуні після регенерації (відновлення). Відчизняний і зарубіжний досвід збирання і регенерації відпрацьованих масел свідчить про високу техніко-економічну ефективність централізованої регенерації масел. Регеновані масла з присадками практично не поступаються перед свіжим маслом відповідної марки.

### 13.3. Особливості технічного обслуговування системи очистки масла двигунів КамАЗ

Ефективна робота цієї системи багато в чому залежить від додержання правил *ТО повнопотокового фільтра*, який очищає масло, що подається в головну масляну магістраль, і *фільтра відцентрової очистки масла*, встановленого в магістралі радіатора.

До обслуговування повнопотокового фільтра тонкої очистки масла входить заміна двох фільтруючих елементів при *ТО-2*. Проте в реальних умовах бувають випадки, коли фільтруючі елементи забиваються відкладеннями значно раніше встановленої періодичності *ТО-2*. У та-

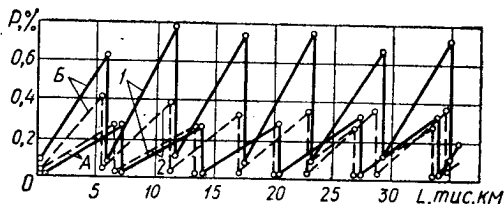


Рис. 13.3. Вплив промивання системи мащення двигуна на сумарний вміст домішок у маслі:  
А — нові автомобілі; Б — автомобіль з пробігом 100...180 тис. км; 1 — непрямий двигун; 2 — прямий

ких випадках перепад тиску масла в магістралі до і після фільтруючих елементів перевищує допустимі межі і перепускний клапан, умонтований в корпус фільтра, відкривається. Неочищене масло надходить у головну масляну магістраль, міняючи фільтруючі елементи. При тривалій роботі двигуна з відкритим перепускним клапаном повнопотокового фільтра масла різко зростає інтенсивність спрацювання його деталей. На корінних вкладишах уже через кілька годин роботи з'являються ризки і задирки. Тому відкривання перепускного клапана має бути весь час під контролем. З цією метою в корпусі фільтра встановлений датчик-сигналізатор, з'єднаний із лампочкою на панелі приладів у кабіні водія. При засміченні фільтруючих елементів і відкриванні перепускного клапана контакти датчика замикаються і лампочка загоряється. У таких випадках, не чекаючи чергового ТО-2, треба замінити фільтруючі елементи.

Нові фільтруючі елементи перед установленням старанно оглядають з метою усунення залишків стружки, задирок, висічок з отворів на внутрішній поверхні фільтруючого елемента.

Фільтр відцентрової очистки масла потребує підвищеної уваги. Його ротор має високу частоту обертання (до  $5000 \text{ хв}^{-1}$ ) і тому повинен бути добре збалансованим. Балансують ротор у складеному з ковпаком вигляді. Після виконання цієї роботи на основі ротора роблять зарубку (ризку), яка має збігатися з виступаючою міткою із зовнішнього боку ковпака. Очистивши ковпак ротора од відкладень, його встановлюють так, щоб названі ризки збіглися. Якщо цього не зробити, центрифуга може перетворитись у маленький, але досить потужний вібратор і ефективність її роботи знизиться. Незбіг ризок допускається в межах 5 мм.

Іноді гайка кріплення ротора самочинно відкручується. Через це ротор під тиском масла піднімається і впирається у ковпак, що не дає йому обертатись. Відкладення поступово вимиваються циркулюючим маслом і внутрішня поверхня ротора набирає вигляду старанно вимитої, чим часто вводять в оману слюсарів. Вони вважають, що її нещодавно розбирали і чисто вимили. Тому при зміні масла й очистці центрифуги треба обов'язково перевірити затягання гайки кріплення ротора центрифуги.

*Передчасне спрацювання* деталей циліндропоршневої групи буває з таких причин: порушення періодичності заміни фільтруючих елементів у системі мащення двигунів, використання нестандартних елементів. Наприклад, іноді в експлуатації у масляний фільтр двигуна КамАЗ-740 ставлять фільтруючі елементи від двигунів ЯМЗ-204, -206, які мають високий гідравлічний опір і розраховані на витрату масла 4...6 л/хв, тоді як камазівські елементи розраховані на витрату 40...45 л/хв, тобто в 10 разів більше.

Причиною підвищеного спрацювання циліндропоршневої групи буває також тривала експлуатація двигуна із засміченим картонним

фільтруючим елементом повітроочисника і з порушеною герметичністю повітровідводу.

#### 13.4. Особливості технічного обслуговування системи очистки масла двигунів ЯМЗ

Системи мащення на різних модифікаціях двигунів неоднакові. Це треба брати до уваги при виконанні їхнього ТО.

У практиці експлуатації двигунів ЯМЗ помічено істотні *недоліки ТО*: несвоєчасно замінюється масло у двигунах, а також промиваються фільтр відцентрової очистки масла і сітчастий елемент фільтра грубої очистки масла на двигунах ЯМЗ-236, -238 та їхніх модифікаціях; нерегулярно замінюються паперові фільтруючі елементи у фільтрах двигунів ЯМЗ-240, -240Н і в фільтрах турбокомпресорів на двигунах ЯМЗ-238П, -238Ф (на багатьох АТП ця операція виконується у два рази рідше, ніж рекомендується заводською інструкцією). Такі порушення призводять до підвищеного відкладання продуктів старіння масла на фільтруючих елементах, засмічення їх і в кінцевому підсумку до роботи двигуна на неочищеному маслі.

При засміченні сітчастого елемента у фільтрі грубої очистки масла на двигунах ЯМЗ-236, -238 і паперових фільтруючих елементів у масляному фільтрі двигунів ЯМЗ-240, -240Н спрацьовує перепускний клапан і неочищене масло, мінаючи фільтр, надходить до робочих поверхонь деталей двигуна. У результаті різко збільшується спрацьовування деталей, спостерігаються провороти вкладишів колінчастого вала, виникають задирки у підшипниковому вузлі турбокомпресора.

У деяких випадках засмічення фільтруючих елементів можна визначити за тиском масла в системі, який реєструється манометром автомобіля. Датчик манометра встановлений у магістралі очищеного масла, тому прилад реагує на засмічення фільтруючих елементів.

Тиск може зменшитись більш ніж на 98...196 кПа. До того ж манометри автомобіля мають схильність до заниження показників фактичного тиску масла. Тому в разі зниження тиску (менш як 100 кПа) доцільно після заміни масла та обслуговування масляних фільтрів виміряти його за допомогою контрольного механічного манометра. Під час контролю двигун повинен працювати на холостому ходу. Контрольний манометр підключають на місце встановлення датчика автомобільного манометра.

Особливу увагу треба звертати на зовнішній стан нового паперового фільтруючого елемента при встановленні його у фільтр турбокомпресора. Неприпустимі пошкодження і неповне приклеювання торцевих кришок. При встановленні елемента у ковпак фільтра турбокомпресора треба старанно перевіряти, чи збереглось нижнє ущільнення з пружиною, а також чи видалена торцева кришка знятого відпрацьованого фільтруючого елемента. Торцева кришка іноді відклеюється від корпусу



са фільтруючого елемента і при його зніманні залишається у ковпаку фільтра. Слюсар, не помітивши її, може встановити у ковпак новий фільтруючий елемент. Результат у цьому разі буде таким самим, як і тоді, коли б фільтруючий елемент установили без нижнього ущільнення або без пружини. У підшипниковий вузол почне надходити неочищене масло, що призведе до пошкодження турбокомпресора (задири підшипників і заклинення ротора).

Ковпак із фільтруючим елементом встановлюють у кришку фільтра турбокомпресора з легким зусиллям. Якщо воно не відчувається, то це свідчить про відсутність нижнього ущільнення (чашки) або пружини чи ущільнення і пружини водночас.

При обслуговуванні сітчастого елемента фільтра грубої очистки масла двигунів ЯМЗ-236, -238 та їхніх модифікацій треба особливу увагу звертати на стан металевої сітки. Виявлені розриви на ній слід запаяти оловом або ж замінити елемент новим.

При очистці смолистих в'язких відкладень не можна застосовувати металеві предмети, оскільки фільтруюча сітка виготовлена з латунного дроту діаметром 0,1 мм і тверді гострі металеві предмети можуть пошкодити її. В результаті через сітку проходять абразивні частинки, які спричинять пошкодження робочих поверхонь вкладишів і колінчастого вала, утворюючи грубі кільцеві риски. У кінцевому підсумку це призведе до втрати натягу вкладишів у розточках шатунів та блока двигуна, внаслідок чого вкладиші прокручуватимуться.

Стан сітки можна перевірити візуально (на просвіт). Якщо вічка затемнені, то фільтруючий елемент треба прокип'ятити у водному розчині кальцієваної соди або промити в дизельному паливі і продути стиснутим повітрям відразу після кип'ятіння, щоб відкладення у вічках сітки не затверділи. Смолисті відкладення практично неможливо розчинити у киплячій воді. Вони тільки розм'якшуються, а видалити їх можна напором стиснутого повітря.

Регулярно треба перевіряти стан перепускного клапана у масляному фільтрі. Для цього знімають фільтруючий елемент, обережно виймають алюмінієву чашку з фетровою прокладкою із корпусу фільтра і визначають положення плунжера перепускного клапана. Коли перепускний клапан закритий, обидва його торці містяться в тілі корпусу фільтра. Якщо торець клапана видно в просвіті, то це означає, що клапан весь час відкритий. Такий масляний фільтр нероботоздатний, оскільки через відкритий отвір до деталей двигуна надходить забруднене масло. Для усунення цієї несправності треба викрутити пробку перепускного клапана з корпусу фільтра, вийняти пружину і клапан із гнізда, очистити і промити їх дизельним паливом. Потім деталі встановлюють на місце, попередньо перевіривши легкість руху клапана у гнізді корпусу фільтра.

Фетрові прокладки фільтруючого елемента заміняють тоді, коли вони втратили форму і стали жорсткими.

Обслуговуючи фільтр відцентрової очистки масла, треба звертати увагу на стан отворів у корпусі ротора, наявність і стан гумового ущільнювального кільця у ковпачку ротора. При засміченні слід викрутити сопло з корпусу ротора, прочистити і промити дизельним паливом отвір і канал усередині корпусу ротора. У разі розриву, втрати круглості форми (за перерізом) і еластичності ущільнювальне кільце ковпака ротора замінюють.

### 13.5. Мастильні роботи механізмів трансмісії, органів керування і ходової частини

У картери механізмів трансмісії, органів керування і ходової частини автомобілів періодично доливають масло або змінюють його, вводять мастильний матеріал у підшипники і кардани. Масло доливають після того, як воно трохи відстоїться й осяде масляна піна.

Масло в агрегатах трансмісії доцільно замінити відразу ж після роботи автомобіля. При зміні масла треба промивати картер і шестірні індустриальним маслом 12 або 20, дизельним паливом при виваженому задньому колесі і при малій частоті обертання колінчастого вала двигуна.

Треба періодично перевіряти рівень масла в агрегатах автомобіля. Для прикладу на рис. 13.4 показано, як це роблять у коробці передач автомобілів КамАЗ. Викручують пробку з покажчиком 1, витирають насухо покажчик і вставляють його у заливальний отвір до упору пробки в різьбу. При заливанні чистого масла його рівень перевіряють через 3...5 хв після заливання при плюсовій температурі.

Якщо під час руху автомобіля риплять ресори або на їх листах з'явилась корозія, ресори не рідше як раз на рік промивають гасом і змащують графітним мастильним матеріалом.

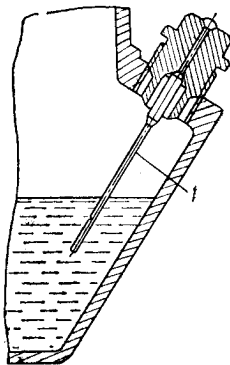


Рис. 13.4. Покажчик рівня масла в коробці передач

#### Контрольні запитання

1. Для чого треба виконувати мастильні роботи?
2. Які вимоги ставляться до мастильних робіт?
3. Яке обладнання застосовують для механізації мастильних робіт?
4. Які мастильні роботи виконуються при ТО двигунів?
5. Які особливості системи очистки масла двигунів КамАЗ і ЯМЗ?
6. Які мастильні роботи виконують при ТО механізмів трансмісії, систем керування і ходової частини автомобілів?
7. Що таке регенерація масел і для чого її застосовують?

## Глава 14 СЕЗОННЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ

### 14.1. Особливості технічного обслуговування автомобілів у зимових умовах експлуатації

Зниження теплового режиму двигуна призводить до збільшення в'язкості масла і погіршення його здатності прокачуватись, що може призвести до аварії після запуску холодного двигуна. Збільшуються втрати на тертя у двигуні й момент опору прокручуванню колінчастого вала. Зниження температури масла прискорює його відпрацьовування внаслідок потрапляння в масло великої кількості палива і води.

Тепловий стан двигуна визначають звичайно за температурою охолодної рідини. При експлуатації в умовах низьких температур без тепловальних чохлаів і жалюзі двигун може переохолодитись до  $-40\dots-45^{\circ}\text{C}$ , незважаючи на справну дію термостата. Робота переохолодженого двигуна прискорює спрацьовування деталей поршневої групи та інших елементів.

Зниження температури навколишнього повітря дуже впливає на роботу системи живлення двигуна, призводить до порушення кількісного і якісного складу пальної суміші. Узимку практична витрата пального іноді в кілька разів перевищує літні норми внаслідок погіршення дорожніх умов, зниження швидкості руху і частішого застосування нижчих передач.

Зниження температури навколишнього повітря впливає також на систему електроустаткування, зокрема на фактичну роботоздатність і зарядний режим акумуляторних батарей. Ємність батарей зменшується приблизно на  $1\dots1,5\%$  на кожен градус нижче від  $20^{\circ}\text{C}$ , хоч для запуску двигунів у цих умовах потрібно значно більше енергії. При розрядженості акумуляторної батареї і спаданні густини електроліту останній може замерзнути, чим будуть пошкоджені елементи батареї.

Збільшення опору прокручуванню колінчастого вала двигуна, погіршення умов роботи системи живлення, спадання напруги і ємності акумуляторних батарей створюють значні труднощі при запусканні холодного двигуна.

У зимових умовах експлуатації застигає масло в картерах трансмісії, а це призводить до значного збільшення опору прокручуванню валів. При різкому рушанні з місця можуть поламатись зуб'я шестерень коробки передач, роздавальної коробки і головної передачі.

В умовах низьких температур збільшуються зусилля для повороту керованих коліс, прискорюється спрацьовування деталей рульової передачі, збільшується в'язкість гальмової рідини, знижується безпека керування автомобілем. У системі гідравлічного привода гальм зростають втрати у приводі та час спрацювання системи, зменшується її надійність.

У ходовій частині особливо чутливі до зміни навколишньої температури *амортизатори*. При зниженні температури зростає в'язкість амортизаторної рідини, внаслідок чого збільшується опір амортизаторів, порушується плавність руху автомобіля, виникає небезпека руйнування амортизаторів.

В умовах особливо низьких температур дуже *погіршуються пружні властивості шин*. При температурі  $-45^{\circ}\text{C}$  шини практично втрачають еластичність і під дією ударних навантажень легко руйнуються.

У зимових умовах експлуатації автомобіля іноді замерзають гальмові трубки, заклинюють гальмові циліндри, примерзають гальмові накладки до барабанів, замерзає вода в системі охолодження.

Щоб забезпечити *н о р м а л ь н и й т е п л о в и й р е ж и м р о б о т и* автомобіля, перевіряють справність жалюзі і термостата системи охолодження, утеплюють технічною повстю піддон картера двигуна, систему охолодження заправляють морозостійкою рідиною.

При експлуатації автомобілів в умовах низьких температур для захисту двигуна від обдування його зовнішнім повітрям, яке проникає через щілини і низу моторного відсіку, а також для зменшення швидкості остигання двигуна під час стоянки автомобіля застосовують різні *утеплювальні чохла*.

З великими труднощами пов'язаний захист двигуна від нерегульованого обдування потоком зовнішнього повітря на автомобілях із безкапотним компонуванням, тобто коли кабіна розміщена над двигуном, і особливо, якщо кабіна відкидається. Зовнішнє повітря надходить до двигуна спереду, знизу і з боків. Можна зменшити обдування двигуна спереду, встановивши гнучкий захисний фартух між кабіною і бампером і закривши отвір в облицюванні для забирання повітря. Для збільшення захисту двигуна знизу і збоку слід застосовувати *захисні фартухи* і *кожухи*, що виконують роль відбивачів, які змінюють напрям повітряних потоків.

Як приклад на рис. 14.1 показана схема захисту двигуна автомобіля МАЗ-500 від обдування його нерегульованим потоком повітря, а на рис. 14.2 — результат впливу захисту на тепловий стан двигуна. Зі збільшенням швидкості руху автомобіля ефективність утеплювальних заходів збільшується, створюється можливість регулювати теплову продуктивність системи охолодження залежно від зміни дорожніх умов.

Продуктивність системи охолодження і тепловідведення від зовнішніх поверхонь двигуна залежать від продуктивності вентилятора. У даному разі найкращим вирішенням є застосування муфти відключення вентилятора з термостатичним керуванням, а взимку — *вентиляторів із зниженою продуктивністю*, чого досягають звичайно, зменшуючи кількість лопастей.

Тепловий режим двигуна взаємопов'язаний із пристосованістю кабіни водія до експлуатації в умовах низьких температур. Чим ефективніше утеплення кабіни, тим менше теплоти потрібно для її опалення.

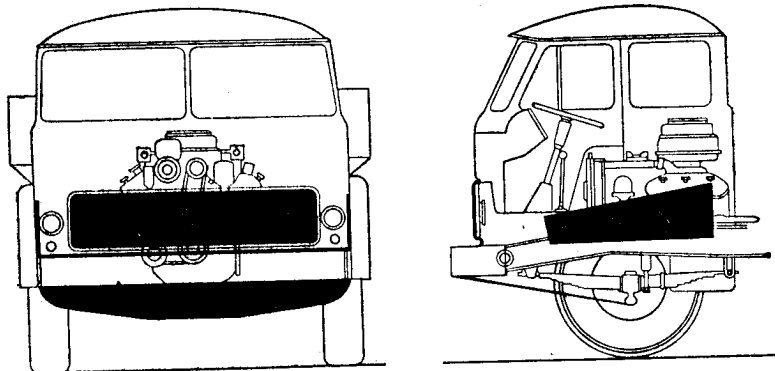


Рис. 14.1. Захист двигуна автомобіля МАЗ-500 від обдування його нерегульованим потоком повітря

Щоб підтримувати потрібний склад пальної суміші, треба відрегулювати карбюратор, перевірити головний дозуючий пристрій і включання економайзера, відрегулювати продуктивність паливного насоса і підігрівання впускного трубопроводу. Випаровуваність пального поліпшують, подовжуючи бензопровід додатковою петлею на ділянці від насоса до карбюратора. Паливні баки утеплюють технічною повстю, промивають систему живлення, видаляють механічні частинки, щоб уникнути засмічення трубопроводу й утворення відстою води. Бензин застосовують із підвищеними антидетонаційними властивостями і поліпшеними пусковими якостями. Паливо заправляють закритим струменем.

При експлуатації автомобілів в умовах низьких температур слабим місцем у системі живлення є паливний бак. У незаповненому баку в результаті різниці температур усередині бака і зовнішнього повітря на внутрішніх стінках утворюється іний, який потім перетворюється на воду. Тому паливні баки бажано повністю заправляти наприкінці робочої зміни. Це значно зменшує конденсацію вологи. При тривалій стоянці автомобіля на відкритому майданчику з неповністю заправленим баком, щоб не допустити утворення кристалів льоду в паливі, доцільно добавляти в бензин метанол із розрахунку 0,06 кг на 10 л палива або невелику кількість денатурату.

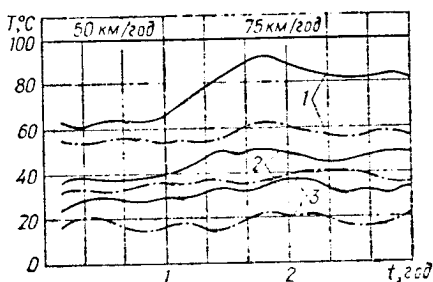


Рис. 14. 2. Вплив заходів для зменшення обдування двигуна ЯМЗ-236 на його тепловий стан при  $T' = +15^{\circ}\text{C}$ :

1 — головка блока; 2 — торець головки блока; 3 — моторний відсік; — до здійснення заходів для захисту; - - - після здійснення заходів

Треба пересвідчитись також у тому, що в паливопроводах і розподільних кранах немає тріщин, глибоких вм'ятин і крутих вигинів.

Акумуляторні батареї взимку утеплюють повстю, чохлами і підтримують їх у зарядженому стані з відповідною густиною електролізу. Агрегати трансмісії утеплюють чохлами із цункої тканини з повстю, а знизу їх захищають щитками з листового заліза.

На автомобілях, що мають пневмопривод гальм, щодня в теплому приміщенні спускають конденсат із повітряних балонів. Вживають заходів, щоб не допустити замерзання деталей гальмової системи. На стоянці (по можливості) не слід загальмовувати автомобіль ручним гальмом, бо це може призвести до примерзання колодок до гальмових барабанів або дисків.

При дуже низьких температурах добре утеплюють двигун, відключають амортизатори. До прогрівання покришок рух треба починати плавно, об'їжджаючи дорожні перешкоди. На стоянках автомобілі розташовують у захищених од вітру укриттях. Якщо стоянка тривала, акумуляторні батареї знімають і зберігають у спеціальних приміщеннях.

Готуючись до зими, старанно перевіряють *справність вентиляції картера двигуна*. Добра вентиляція зменшує кількість проникаючих у картер відпрацьованих газів, що містять пару води і сірчисті сполуки, з яких утворюються кислоти, що сприяє зниженню інтенсивності спрацьовування деталей двигуна.

Коли запускають холодні і недостатньо прогріті двигуни, масло надходить до тертьових деталей через перепускні клапани фільтрів. Тому, готуючи автомобілі до експлуатації в умовах низьких температур, в системі мащення треба перевірити *справність перепускних клапанів*. Для цього їх викручують, вийнявши попередньо замкову шайбу, і промивають у дизельному паливі, не розбираючи.

Під час пуску недостатньо прогрітих і холодних двигунів можливі пошкодження манометра внаслідок того, що в цей період тиск у системі мащення дуже підвищується. *Справність манометра* перевіряють на прогрітому двигуні контрольним манометром, який приєднують за допомогою трійника. Манометр вважають справним, якщо різниця його показань із контрольним не перевищує 24,5 кПа.

На зимовий період експлуатації автомобілів треба *відключати масляні радіатори*. Взимку картер двигуна достатньо охолоджується потоком холодного повітря, а іноді і сніговим пилом.

Виконуючи ТО автомобілів КамАЗ, треба розібрати зчеплення, щоб визначити технічний стан деталей і замінити несправні. Слід пам'ятати, що зчеплення (включаючи привід) має 364 деталі і складальні одиниці, з яких тільки 16 належать до тих, які можна відновлювати. Для розбирання зчеплення треба попередньо зняти коробку передач, затративши на це за нормами 9 люд.-год.

Значну увагу приділяють СО гальмової системи автомобілів КамАЗ. Весною знімають головку компресора для очистки поршнів, клапанів і

сідел. Клапани, які не забезпечують герметичності, притирають до сідел, а сильно спрацьовані або пошкоджені перед притиранням замінюють новими. Восени, готуючи гальмову систему до роботи в зимових умовах, включають у роботу запобіжник замерзання. Перед заливанням спирту для контролю його рівня рукоятку запобіжника опускають униз і викручують пробку. Для запобіжників місткістю 1 л під час експлуатації треба підтримувати рівень спирту в межах верхньої і середньої міток покажчика рівня 1...0,75 л. При низькому рівні конденсат може замерзнути.

#### **14.2. Особливості технічного обслуговування автомобілів в умовах жаркого клімату і пустельно-піщаної місцевості**

На технічний стан автомобілів, що експлуатуються в районах із жарким кліматом і в пустельно-піщаній місцевості, впливають такі фактори: висока температура навколишнього повітря і концентрація пилу в повітрі (при інтенсивному русі), важкі дорожні умови (пісок), сильні вітри при підвищеній сухості повітря, нестача і низька якість води.

Підвищення температури спричиняє перегрівання двигуна, перевитрату пального і детонацію, погіршує умови мащення і посилює спрацьовування тертьових поверхонь. Зменшується надійність системи запалювання (збільшується можливість пробою проводки внаслідок ослаблення властивостей її ізоляції), посилюється випаровування електроліту (аккумуляторні батареї «киплять»). Утворення парових пробок у системі і підтікання гальмової рідини знижують надійність гідравлічного привода гальм.

Негативно діють висока температура і запыленість повітря і на деталі ходової частини. Пил і пісок із мастильним матеріалом утворюють абразивне середовище, яке спричиняє спрацьовування елементів підвіски.

При нагріванні швидше старіють шини. Причому спрацьовується не тільки протектор покришки, а й камера. Прискорення спрацьовування спричиняється потраплянням пилу і піску між камерою і покришкою. Наявність пилу в повітрі ускладнює профілактичні роботи.

При ТО автомобілів у районах із жарким кліматом і в пустельно-піщаній місцевості треба звертати *особливу увагу на стан двигуна*. Систему охолодження промивають, видаляють накіп, пил і бруд; перевіряють справність термостата, повітряного клапана, прокладок пробки радіатора; стежать за герметичністю всієї системи охолодження і за чистотою води, якою її заправляють. У ряді випадків автомобілі обладнують конденсаційними бачками для збереження води в системі охолодження. В особливо жарких умовах у систему охолодження заливають висококиплячі рідини (етилен-гліколеві та ін.). Однією з основних особливостей ТО автомобілів у цих умовах є дуже старанний догляд за повітряними

фільтрами. Їх промивають 1...2 рази на день, а бензинові фільтри і відстійники — через кожні 500 км пробігу.

Зменшити можливість виникнення детонації в системі живлення можна, застосовуючи бензини з октановим числом, яке більше, ніж у середніх кліматичних умовах (на 4...6 одиниць). Масло в картерах двигунів та інших агрегатів змінюють у 2...3 рази частіше, ніж звичайно. Переривачі закривають матер'яними чохлами. Не можна робити чохла герметичними, оскільки озон і оксиди азоту, що утворюються при іскрінні контактів, сприяють окисленню контактів та іонізації порожнини переривача. На деталях у внутрішній порожнині переривача утворюється струмопровідна плівка. Значно частіше перевіряють рівень і густину електроліту, ізоляцію електропроводки.

Вентиляційні ковпачки агрегатів трансмісії закривають намоченими в маслі сітками, а шарніри приводів керування агрегатами і карданної передачі — матер'яними чохлами. Щодня очищають сапуни картерів мостів, роздавальних коробок і коробок передач. Перевіряють стан і надійність кріплення чохлам карданних шарнірів і рульового керування. Елементи підвіски закривають цупкими чохлами. Значно частіше перевіряють рівень рідини в головному гальмовому циліндрі.

Монтуючи шини, старанно стежать, щоб пил і пісок не потрапляли між камерою і шиною. Шини продувають стиснутим повітрям. Беручи до уваги, що при нагріванні тиск у шинах може підвищуватись, допускається попереднє зниження тиску на 0,02...0,3 МПа. Роботи, пов'язані з розбиранням і складанням агрегатів і механізмів автомобіля, виконують у закритих приміщеннях, щоб запобігти потраплянню пилу.

### Контрольні запитання

1. Як впливають зимові умови експлуатації автомобілів на їхній технічний стан?
2. Які особливості ТО автомобілів при негативних температурах?
3. Як впливають жаркий клімат і пустельно-піщана місцевість на технічний стан автомобілів?
4. Які особливості ТО автомобілів, що експлуатуються в умовах жаркого клімату і пустельно-піщаної місцевості?

## Глава 15

### ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД ШКІДЛИВОГО ВПЛИВУ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ І РЕСУРСО- ЗБЕРЕЖЕННЯ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

#### 15.1. Охорона навколишнього середовища

До негативних факторів масового використання автомобілів у сучасному світі належить дедалі зростаючий шкідливий вплив їх на навколишнє середовище та здоров'я людей. Це передусім викиди величезної кількості шкідливих речовин і шум при роботі автомобілів.



**Викиди шкідливих речовин.** Джерелами викидів шкідливих речовин є відпрацьовані гази (ВГ) автомобільних двигунів, випаровування з системи живлення, підтікання палива і масел у процесі роботи та обслуговування автомобілів, а також продукти спрацьовування фрикційних накладок зчеплення, накладок гальмових колодок, шин. Шкідливі речовини, що викидаються автомобільним транспортом, потрапляючи в атмосферу, водоїми, ґрунт, негативно діють на біосферу нашої планети.

В і д п р а ц ь о в а н і г а з и автомобільних двигунів становлять найбільшу небезпеку при зростаючому забрудненні атмосфери. Склад відпрацьованих газів і кількісний вміст у них деяких компонентів зумовлені складом палива і повітря, а також особливостями процесів окислення, що відбуваються у циліндрах двигуна. Палива, що використовуються тепер на автомобільному транспорті, являють собою *вуглеводневі сполуки*, які можуть бути схарактеризовані загальною формулою  $C_nH_m$ , де  $n$  і  $m$  — середній вміст атомів вуглецю і водню в молекулі палива відповідно. Для природного газу, що складається в основному з метану,  $n = 4$ , для бензину  $n$  коливається в межах 5...12, для дизельного палива, яке містить важчі фракції,  $n$  досягає 30. В одному з видів перспективних палив — спиртах (метанолі, етанолі) — у молекулах поряд із вуглецем і воднем є атоми кисню.

Крім основних компонентів у складі палив є різні домішки і добавки. Для палив нафтового походження, особливо дизельних, найхарактернішими домішками є *сполуки сірки*, вміст яких може досягти 0,5 % маси палива. У бензини з метою підвищення октанового числа добавляють до 0,82 г/кг тетраетилсвинцю.

Атмосферне повітря, що використовується для окислення палива, складається в основному з азоту (78,1 % за об'ємом) і кисню (21 %). Відпрацьовані гази, що утворюються під час роботи двигунів внутрішнього згоряння, містять у своєму складі понад 200 різних елементів і сполук.

Основні компоненти і границі зміни їхніх концентрацій у відпрацьованих газах бензинових двигунів і дизелів наведені в табл. 15.1; перші з чотирьох компонентів (азот, кисень, вода, діоксид вуглецю) нетоксичні, решта — токсичні.

Найбільше *оксиду вуглецю (СО)* утворюється в бензинових двигунах при роботі на багатих паливно-повітряних сумішах. Причиною утворення оксиду вуглецю в цьому разі є нестача кисню для повного окислення вуглецю, що входить до складу палива. Небагато оксиду вуглецю (0,2...0,3 %) утворюється також при роботі на бідних сумішах, у тому числі і в дизелях. Оксид вуглецю, що утворюється в цьому разі, є продуктом проміжного окислення вуглецю, який через нестачу часу на процес згоряння не встигає доокислюватись до діоксиду вуглецю.

Оксид вуглецю — високотоксична сполука. Коли його вдихають, у

Таблиця 15.1

| Компоненти                              | Концентрація компонента у ВГ |             |
|---|------------------------------|-------------|
|   | Бензинові двигуни            | Дизелі      |
| <i>Об'ємна частка, %</i>                |                              |             |
| Азот                                    | 74...77                      | 76...78     |
| Кисень                                  | 0,2...8                      | 2...18      |
| Пара води                               | 3...13,5                     | 0,5...10    |
| Діоксид вуглецю                         | 5...14                       | 1...12      |
| Оксид вуглецю                           | 0,1...10                     | 0,01...0,3  |
| Вуглеводні (сумарно)                    | 0,2...3                      | 0,01...0,5  |
| Альдегіди                               | 0...0,2                      | 0...0,05    |
| Оксиди азоту (сумарно)                  | 0...0,6                      | 0,005...0,2 |
| <i>Об'ємна частка, мг/м<sup>3</sup></i> |                              |             |
| Сажа                                    | 0...100                      | 0...2000    |
| Бензопірен                              | 0...25                       | 0...10      |
| Оксиди сірки                            | 0...0,003                    | 0...0,015   |
| Сполуки свинцю                          | 0...60                       | —           |

крові людини утворюється карбоксигемоглобін, який порушує живлення тканин киснем. Отруєння оксидом вуглецю супроводиться головним болем, зниженням робочоздатності, запамороченнями, блюванням, знепритомненням, а в тяжких випадках — коматозним станом і смертю. Тяжкість отруєння залежить від кількості оксиду вуглецю, що міститься в повітрі, та часу діяння його на людину. Систематичне діяння навіть незначних кількостей оксиду вуглецю призводить до розвитку серцево-судинних захворювань.

Вуглеводневі сполуки утворюються в результаті неповного окислення, часткового розкладання, а в деяких випадках і синтезу вихідних вуглеводневих молекул палива.

Джерелом вуглеводневих сполук є шари пальної суміші, що прилягають до стінок камери згоряння, в яких гаситься полум'я, об'єми камери згоряння, в яких внаслідок нерівномірного розподілу суміші виникає нестача кисню, а також циліндри, що працюють із пропусками спалаху і згоряння.

У відпрацьованих газах є кілька десятків вуглеводнів, що різняться ступенем токсичності. Їхній вміст оцінюють сумарно і, як і склад палива, виражають загальною формулою  $C_nH_m$ . Концентрацію вуглеводнів у відпрацьованих газах вимірюють у відсотках за об'ємом або частинках на мільйон (ч. н. м.).

Вуглеводневі сполуки, що потрапляють в атмосферу, є однією з причин утворення смогів у великих містах. В результаті фотохімічних реакцій із них утворюються високотоксичні сполуки — оксиданти.

Особливу небезпеку становить наявність у складі вуглеводнів *канцерогенних речовин* (які спричиняють ракові захворювання); зокрема 3,4-бензопірену.

Найхарактернішими для відпрацьованих газів двигунів внутрішнього згоряння є *акролеїн, формальдегід і ацетальдегід*. До складу альдегідів, які є різновидом вуглеводневих сполук, входить карбонільна група (сполука атомів вуглецю і кисню). Альдегіди характеризуються високою токсичністю, мають неприємний запах і подразню дію на слизові тканини людини.

У камерах згоряння двигунів у результаті піролізу палива при високих температурі і тиску в середовищі з нестачею кисню утворюється *сажа*. Особливо багато сажі утворюється в дизелях, що є наслідком нестачі часу на процес сумішеутворення.

Небезпека сажі полягає передусім у тому, що її частинки адсорбують шкідливі речовини, які є у відпрацьованих газах. При вдиханні разом із повітрям частинки сажі глибоко проникають у дихальні шляхи, фіксуються там, тим самим посилюючи дію шкідливих речовин, що містяться у відпрацьованих газах, на людину.

У циліндрах двигуна в результаті хімічної взаємодії азоту й кисню повітря в умовах високих температур (1500...3000 K) утворюються *оксиди азоту*. Реакція окислення азоту йде в основному з утворенням оксиду азоту (NO) і невеликих кількостей діоксиду азоту (NO<sub>2</sub>). Потрапляючи в атмосферу, оксид азоту швидко окислюється до діоксиду. Вміст оксидів азоту оцінюють сумарно і виражають загальною формулою NO<sub>x</sub>.

Оксиди азоту мають дуже високу токсичність. При взаємодії з водою вони утворюють азотну й азотисту кислоти, які уражують слизові оболонки, легені, серцево-судинну систему людини.

У результаті окислення домішок сірки, які є в паливі, утворюються *оксиди сірки*. Сірчана і сірчиста кислоти, що утворюються при з'єднанні з водою, уражують слизові оболонки, гнітюче діють на кровотворні органи людини.

Наявність *сполук свинцю* у відпрацьованих газах — наслідок добавлення тетраетилсвинцю у бензини. Сполуки свинцю, потрапляючи в організм людини, спричиняють тяжкі порушення в роботі кровотворних органів, нервової і серцево-судинної систем, в обміні речовин. Характерною особливістю свинцю є нагромадження його в тканинах людини.

Ґрунти і рослини уздовж автомобільних магістралей містять у 2...15 разів більше свинцю, ніж віддалені від доріг у цій місцевості.

Тепер у країнах з розвинутим автомобільним транспортом більша частина перелічених шкідливих речовин надходить в атмосферу разом із відпрацьованими газами. У США частка автомобільного транспорту в загальному викиді шкідливих речовин оцінюється в 60 %, у країнах Західної Європи — 30...35 %. Особливо велика роль автомобілів у забрудненні атмосфери шкідливими речовинами у великих містах.

Таблиця 15.2

| Місто        | Частка автомобільного транспорту в загальному викиді, % |          |        | Місто        | Частка автомобільного транспорту в загальному викиді, % |          |        |
|--------------|---|----------|--------|--------------|---|----------|--------|
|              | CO  | $C_nH_m$ | $NO_x$ |              | CO  | $C_nH_m$ | $NO_x$ |
| Токіо        | 99  | 95       | 33     | Мадрид       | 95  | 90       | 35     |
| Стокгольм    | 99  | 93       | 53     | Москва       | 96,3  | 64,4     | 32,6   |
| Торонто      | 98  | 69       | 19     | С.-Петербург | 88,1  | 79       | 31,7   |
| Лос-Анджелес | 98  | 66       | 72     | Київ         | 85,4  | 73,1     | 30,6   |
| Нью-Йорк     | 97  | 63       | 31     | Харків       | 86,3  | 75,4     | 31,3   |

Як видно з табл. 15.2, у великих містах на частку автомобільного транспорту припадає 88...99 % викидів CO, 63...95 % —  $C_nH_m$ , 19...53 % —  $NO_x$ .

Викиди шкідливих речовин із відпрацьованими газами автомобільним транспортом завдають величезної шкоди народному господарству. З їхньою дією пов'язані такі витрати:

а) медичне обслуговування населення, яке захворіло в результаті забруднення навколишнього середовища;

б) оплата лікарняних листків;

в) компенсація втрат продукції внаслідок зниження продуктивності праці, а також невходів на роботу через хвороби;

г) додаткові роботи комунально-побутового господарства внаслідок шкідливої дії відпрацьованих газів на міське господарство;

д) компенсація кількісних і якісних втрат продукції внаслідок зниження продуктивності земельних, лісних і водних ресурсів у забрудненому середовищі;

е) компенсація втрат промислової продукції, будівництва і транспорту внаслідок дії забруднень на основні фонди цих галузей.

Тепер у міських умовах шкоду, що заподіюється при роботі протягом години автомобілем із бензиновим двигуном, який працює на етильованому бензині, оцінюють в 1580 крб./год, при роботі на неетилюваному — 1150 крб./год, автомобілем із дизелем — 530 крб./год.

У США, за даними Агентства охорони навколишнього середовища, щорічна шкода від забруднення атмосфери досягає 16 млрд доларів.

**Шум.** Поряд із забрудненням атмосфери шкідливими речовинами робота автомобільного транспорту супроводиться інтенсивним шумом, який шкідливо діє на здоров'я водіїв, пасажирів і особливо міського населення.

У міських умовах шум автомобілів породжує найбільше скарг, що пов'язано з близькістю житлових масивів до транспортних магістралей, цілодобовою роботою транспорту і високими рівнями шуму, що створюється автомобілями.

*Основні джерела шуму* автомобіля — система випуску і впуску двигуна, вентилятор системи охолодження, рухомі деталі агрегатів і вузлів, а також шини, що контактують із дорожнім покриттям.

Систематична дія шуму призводить до зниження слуху, реакції і робоздатності людини, що може спричинити професійні захворювання, помилки в роботі, зниження продуктивності праці. Шум у нічну пору позбавляє людину нормального сну і перешкоджає відновленню сил.

**Заходи для зниження шкідливої дії автомобілів на навколишнє середовище.** Основними токсичними компонентами відпрацьованих газів карбюраторних двигунів є: оксид вуглецю CO; оксиди азоту; поліциклічні ароматичні вуглеводні; сполуки свинцю та ін.

Основними токсичними компонентами відпрацьованих газів дизельних двигунів є: оксид вуглецю, оксиди азоту, вуглеводні, сажа, бензопірен та ін. При роботі дизельного двигуна викидається в середньому в атмосферу до 17 кг сажі на 1 т спалюваного палива.

У місцях інтенсивного автомобільного руху в окремі дні і години «пік» концентрація шкідливих компонентів у відпрацьованих газах двигунів часто перевищує гранично допустиму.

Найбільш токсичним режимом роботи дизельного двигуна є холодний хід, що широко використовується в експлуатації при запуску і прогріванні двигуна, на стоянках і зупинках. На режим холостого ходу припадає до 30 % усієї тривалості експлуатації автомобілів. Доведено, що технічно справний і добре відремонтований двигун на холостих обертах викидає в атмосферу в кілька разів менше шкідливих компонентів, ніж двигун у несправному й розрегульованому стані. На жаль, підприємства автомобільного транспорту ще експлуатують багато автомобілів у розрегульованому стані, що істотно збільшує вміст токсичних речовин у вихлопних газах.

Невпинне зростання випуску і використання автомобілів потребує постійних і дійових заходів для зниження їхньої шкідливої дії на навколишнє середовище.

Тепер проблема зниження токсичності відпрацьованих газів та рівня шуму поряд із проблемою економії паливно-енергетичних ресурсів — одні з основних при експлуатації автомобілів.

Щоб зменшити забруднення повітряного басейну, запроваджено норму і методику вимірювань вмісту CO і вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів із бензиновими двигунами.

Вміст CO і вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів визначають при роботі двигуна на холостому ходу для двох частот обертання колінчастого вала (далі — вала), установлених підприємством-виготовлювачем (мінімальний  $n_{\min}$  і підвищений  $n_{\text{під}}$ ) у діапазоні  $2000 \text{ хв}^{-1} - 0,8n_{\text{ном}}$ .

Вміст CO і вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів повинен бути в межах значень, установлених підприємством-виготовлювачем, але не вище наведених у табл. 15.3.

Таблиця 15.3

| Частота обертання | Гранично допустимий вміст оксиду вуглецю, % | Гранично допустимий вміст вуглеводнів, млн <sup>-1</sup> , для двигунів з кількістю циліндрів |         |
|-------------------|---|---|---------|
|                   |   | до 4  | понад 4 |
| $n_{\min}$        | 1,5   | 1200  | 3000    |
| $n_{\text{під}}$  | 2   | 600   | 1000    |

*Примітка.* Значення частоти обертання вала двигуна визначають у технічних умовах експлуатації автомобілів.

При контрольних перевірках автомобілів в експлуатації спеціальними органами допускається вміст СО на частоті обертання  $n_{\min}$  до 3 %.

*Контроль вмісту СО і вуглеводнів* треба здійснювати:

а) при експлуатації автомобілів не рідше, ніж при ТО-2, після ремонту агрегатів, систем і вузлів, які впливають на вміст СО і вуглеводнів, а також за заявками водіїв автомобілів;

б) при ТО автомобілів індивідуальних власників і ремонті агрегатів систем та вузлів, які впливають на вміст СО і вуглеводнів, а також за заявками власників;

в) при КР автомобілів після заводської обкатки;

г) при серійному випуску автомобілів.

Будова, конструкція і якість виготовлення агрегатів, вузлів і деталей автомобіля повинні забезпечувати додержання норм у період усього терміну експлуатації, за умови додержання правил експлуатації та догляду, зазначених в інструкціях, що додаються до автомобіля.

*Методи вимірювання* вмісту СО і вуглеводнів полягають ось у чому. Визначають зовнішнім оглядом справність випускної системи автомобіля. Перед вимірюванням двигун має бути прогрітий не нижче як до робочої температури охолодної рідини (або моторного масла для двигунів із повітряним охолодженням), зазначеної в інструкції для експлуатації автомобіля.

*Засоби вимірювання* (газоаналізатори, тахометри) повинні відповідати таким вимогам:

1. Для визначення вмісту СО і суми вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів треба застосовувати газоаналізатори неперервної дії, що працюють за принципом інфрачервоної спектроскопії, з такими метрологічними характеристиками: основна зведена похибка газоаналізатора має бути не більш як  $\pm 5$  % верхньої границі вимірювань для кожного діапазону; стала часу газоаналізатора повинна бути не більш як 60 с.

2. Шкала газоаналізатора СО має бути відградуйована для бінарної газової суміші (СО в повітрі або азоті) в об'ємних частках, виражених у відсотках СО: 0...5 % і 0...10 %.

Шкала газоаналізатора суми вуглеводнів повинна бути відградуїрована за бінарною газовою сумішшю (пропан в азоті) в об'ємних частках, виражених у частинах на мільйон гексану: 0...1000 млн<sup>-1</sup> і 0...10 000 млн<sup>-1</sup>.

3. Шкала тахометра для вимірювання частоти обертання колінчастого вала повинна мати два діапазони: 0...1000 хв<sup>-1</sup> і 0...10 000 хв<sup>-1</sup>.

Похибка вимірювання частоти обертання для кожного діапазону повинна бути не більш як  $\pm 2,5$  % верхньої границі вимірювань.

4. Допускається застосовувати газоаналізатори, що працюють за іншими принципами дії, які відповідають вимогам п. 1...3 і дають показання, ідентичні з прийнятими засобами вимірювань.

Засоби вимірювань перевіряють згідно з ГОСТ 8.513—84.

Вимірювання треба робити в такій послідовності:

— установити важіль переключання передач (вибирач швидкостей автомобілів із автоматичною коробкою передач) у нейтральне положення;

— загальмувати автомобіль стоянковим гальмом;

— заглушити двигун (при його роботі);

— відкрити капот двигуна;

— підключити тахометр;

— установити пробовідбірний зонд газоаналізатора у випускну трубу автомобіля на глибину не менш як 300 мм від зрізу (при косому зрізі випускної труби глибину відлічують від короткої кромки зрізу);

— повністю відкрити повітряну заслінку карбюратора;

— запустити двигун;

— збільшити частоту обертання вала двигуна до  $n_{\text{під}}$  і пропрацювати на цьому режимі не менш як 15 с;

— установити мінімальну частоту обертання вала двигуна і не раніш як через 20 с виміряти вміст CO і вуглеводнів;

— установити підвищену частоту обертання вала двигуна, що дорівнює  $n_{\text{під}}$ , і не раніш як через 30 с виміряти вміст CO і вуглеводнів.

Якщо в автомобілі є роздільні випускні системи, вимірювання треба робити у кожній із них окремо. Критерієм оцінки є максимальні значення вмісту CO і вуглеводнів.

При вимірюванні або регулюванні двигуна в закритому приміщенні газівідвід, що надівається на випускну трубу автомобіля, повинен мати отвір, який закривається, для введення пробовідбірника газоаналізатора.

Приміщення, призначені для вимірювання вмісту CO і вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів, мають бути обладнані примусовою або природною вентиляцією, яка забезпечує додержання санітарно-гігієнічних вимог до повітря в зоні вимірювань.

Технічний стан і режим експлуатації автомобілів істотно впливають на роботу двигуна. Відкладення нагару в камерах згоряння, на клапа-

нах і днищах поршнів свідчить про неповне згоряння робочої суміші або про проникнення в камери згоряння картерних газів і масла, тобто про підвищення вмісту СО у відпрацьованих газах. Для випалювання нагару доцільно зробити поїздку на відстань 100...150 км. Особливо це потрібно для тих автомобілів, які експлуатуються в міських умовах і на коротких плечах. Безпосередньо перед вимірюванням вмісту СО двигун добре прогрівають. Треба дати йому пропрацювати 20...30 хв на робочому режимі. Це помітно знизить вміст СО при контролі. Якщо, незважаючи на всі заходи, двигун не забезпечує зниження вмісту СО у відпрацьованих газах до визначеної норми, то треба зробити дальші контрольні перевірки, а в разі потреби відрегулювати клапанні зазори, зазори між контактами переривача й електродами свічок запалювання, а також перевірити кут випередження запалювання. Після цього здійснюють діагностування і регулювання карбюратора у певній послідовності. Спочатку перевіряють, чи відповідає температура двигуна заданому режимові роботи, справність термостатичних пристроїв і тільки після цього встановлюють оптимальне випередження запалювання. Регулювання карбюратора може виявитись не тільки марним, а й шкідливим, якщо порушити описану послідовність виконання робіт.

При регулюванні роботи двигуна на холостому ходу застосовують два прилади: газоаналізатор для визначення вмісту СО у відпрацьованих газах і електричний тахометр для визначення частоти обертання колінчастого вала.

Порядок регулювання такий:

1. Пересвідчитися в тому, що привод дроселя працює правильно (дросель повинен легко і повністю відкриватися й закриватися), трос повітряної заслінки приєднаний правильно і вона повністю відкрита.
2. Виключити зчеплення, встановити в нейтральне положення важіль переключання передач.
3. Завести двигун.
4. Повертаючи гвинт упора дросельної заслінки, встановити малу частоту обертання колінчастого вала холостого ходу, визначену заводом-виготовлювачем, і контролювати її електричним тахометром.
5. Гвинтом регулювання складу суміші збіднити робочу суміш до моменту виникнення перебоїв у роботі двигуна. При цьому газоаналізатор покаже найменший вміст СО у відпрацьованих газах.
6. Обертаючи гвинт регулювання складу суміші у зворотному напрямі, трохи збагатити суміш доти, поки двигун не почне працювати стійко (у двокамерних карбюраторах із паралельно працюючими камерами операції 5 і 6 виконують для кожної з камер послідовно).
7. Гвинтом упора дросельної заслінки знову довести частоту обертання холостого ходу до визначеного заводом мінімуму. Якщо після цієї операції вміст СО у відпрацьованих газах виявиться більшим від норми, треба знову, закручуючи гвинт (гвинти) складу суміші, збіднити суміш і зменшити вміст СО до норми.



8. Повільно і плавно відкриваючи дросельну заслінку карбюратора і доводячи частоту обертання приблизно до половини номінальної, пересвідчитися, що в роботі двигуна немає провалів. При різкому відкритті дросельної заслінки на різні кути аж до повного відкриття і скидання газу двигун не повинен зупинятись.

Рівномірність регулювання холостого ходу обох камер двокамерних карбюраторів із паралельно працюючими камерами можна перевіряти за різницею в значеннях частоти обертання двигуна при роботі на тій чи іншій камері карбюратора, від'єднуючи свічки циліндрів, що живляться не з камери, яку перевіряють, а з паралельної (вона не повинна перевищувати  $50...60 \text{ хв}^{-1}$  при роботі на кожній камері).

Експлуатація автомобілів із дизельними двигунами в міських умовах дуже складна, оскільки неможливо підтримувати сталий режим роботи і виключити повні навантаження. На димність відпрацьованих газів дизелів впливають фізико-хімічні властивості палива і передусім фракційний склад. Зі збільшенням вмісту в паливі парафінових вуглеводнів підвищується його цетанове число. Це призводить до скорочення часу затримок спалахнення і поліпшення згоряння, що знижує кількість сажі у вихлопі.

Викиди сажі з відпрацьованими газами можна зменшити, застосовуючи спеціальні присадки (лужно-земельні метали, особливо барій) до дизельного палива. Збільшення барієвих присадок до 1 % за об'ємом призводить до зниження кількості сажі у відпрацьованих газах на 70...80 %. При цьому зменшується вміст канцерогенних речовин у вихлопі дизельного двигуна на 60...80 %.

Зниження димності відпрацьованих газів можна досягти також при допалюванні токсичних складових у нейтралізаторах. Тепер уже широко застосовують каталітичні нейтралізатори відпрацьованих газів. Вони очищають на 70...80 % вихлоп дизеля від оксиду вуглецю, вуглеводнів і альдегідів. Застосовують також рідинні нейтралізатори. Проте вони більші за габаритними розмірами і складні для встановлення, тому застосування їх обмежене.

Вміст оксидів азоту у вихлопних газах дизелів можна зменшити такими заходами: використанням на автомобілі дизельного двигуна з розділеною камерою згоряння або із зменшеною цикловою подачею палива; регулюванням кута випередження впорскування палива; рециркуляцією відпрацьованих газів; впорскуванням води у двигун.

Зменшення кута випередження впорскування палива дає змогу в 1,5...2 рази зменшити виділення оксидів азоту. Однак при цьому зменшується потужність двигуна, погіршується його економічність, збільшується у вихлопі концентрації оксиду вуглеводнів і сажі. Це треба брати до уваги особливо тоді, коли автомобіль експлуатується з вантажем. Тому регулювати кут випередження впорскування палива можна при роботі двигуна на малих навантаженнях (рух автомобіля без вантажу) і холостому ходу двигуна за допомогою встановлення автома-

тичного пристрою, який зменшує кут випередження впорскування палива при зниженні навантаження двигуна. Збільшення при цьому продуктів неповного згоряння потребує встановлення у вихлопній системі каталітичного нейтралізатора.

Рециркуляція відпрацьованих газів зменшує виділення оксидів азоту на холодних пробігах і малих навантаженнях двигуна у 5...15 разів і на середніх навантаженнях — в 1,5...2 рази. Однак тепер цілком надійних систем керування рециркуляцією залежно від навантаження і частоти обертання колінчастого вала двигуна ще немає, тому застосування рециркуляції не завжди можливе.

Зменшити концентрацію оксидів азоту в 2 рази без зміни потужнісних і економічних показників двигунів можна, впорскуючи воду у двигун. При цьому зменшується у вихлопі кількість сажі, але концентрація оксиду вуглецю та вуглеводнів збільшується. Отже, найбільш ефективно поєднання двох способів — впорскування води у двигун і встановлення у вихлопній системі нейтралізаторів.

Для прикладу розглянемо комбіновану систему очистки відпрацьованих газів автомобіля БелАЗ-540. Ця система дає змогу знешкодити відпрацьовані гази альдегідів, канцерогенних речовин, оксидів сірки, сірководню, істотно знизити неприємний запах і слезоточиву дію відпрацьованих газів та їхню димність. До складу системи входять два каталітичних і один рідинний нейтралізатори, а також система подачі води у впускні колектори двигуна ЯМЗ-240.

Принципальна схема очистки відпрацьованих газів показана на рис. 15.1. Вода розпливається у пристрої 5, куди надходить із водяного бака 6, і по патрубку 4 подається у впускні колектори 3, змішується з повітрям, що всмоктується, і разом із ним надходить у циліндри двигуна 1. подача води сприяє зменшенню утворення оксидів азоту і меншою мірою сажі. Відпрацьовані гази з кожного блока двигуна по

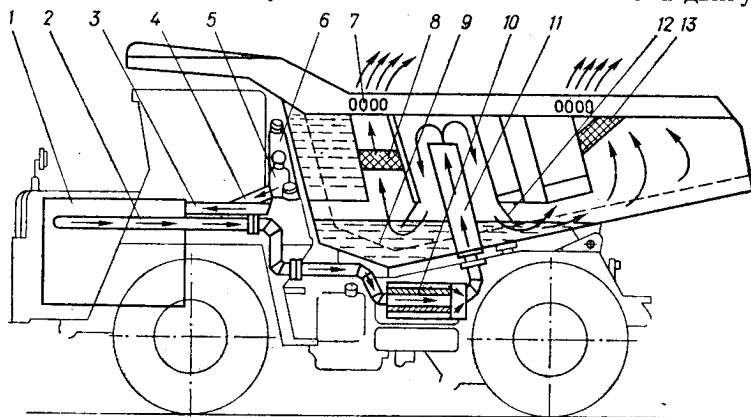


Рис. 15.1. Комбінована система очистки відпрацьованих газів автосамоскида БелАЗ-540А

впускному колектору 2 підводяться до каталітичного нейтралізатора 10, у якому вони очищаються від продуктів неповного згоряння. По впускному контрфорсу 11 із каталітичного нейтралізатора гази надходять у рідинний нейтралізатор 9, робоча ємкість якого розміщена між двома стінками кузова. Вихлоп очищається в робочій ємкості рідинного нейтралізатора під барботажними перегородками 12. Очищені гази, насичені паром води, проходять через фільтри 8 і 13, додатково очищаються у них від сажі і смолистих утворень, обезводнюються і через вихлопні вікна 7 викидаються в атмосферу.

На рис. 15.2 показана система подачі води у двигун. Крім потоку повітря, що надходить у двигун 9 по впускному колектору 7 із повітроочисника 10, за допомогою патрубка 6 у впускний колектор 7 підводиться додатковий потік, який насичується паром води в карбюраторі 5. Повітря, що надходить у карбюратор 5, очищається в повітряному фільтрі 1. Вода в карбюратор надходить із водяного бака 4 при відкритому положенні крана 3. Витрата води регулюється підбиранням діаметра жиклера і регульовальною голкою розпилювача 2.

Відношення води, що подається в циліндри, до витрати палива становить 0,3...0,4. Вміст сажі контролюється сажоміром (ЛАНЭ-35/300 та ін.) Проби беруть за допомогою гумового шланга, що вводиться у контрфорси через вихлопні вікна 8 на глибину 40...45 мм. Ця система дає змогу зменшити виділення оксидів азоту на 30...40 %, сажі на 20 %, оксидів вуглецю на 80...90 % і вуглеводнів на 60 %. Істотно поліпшується запах і зменшується сльозоточива дія вихлопу. На максимальних частотах обертання холостого ходу зменшується виділення сажі у вихлопі на 85...90 %, оксидів азоту на 90 % і оксиду вуглецю на 95 %; зменшується відкладання нагару в камерах згоряння і на форсунках.

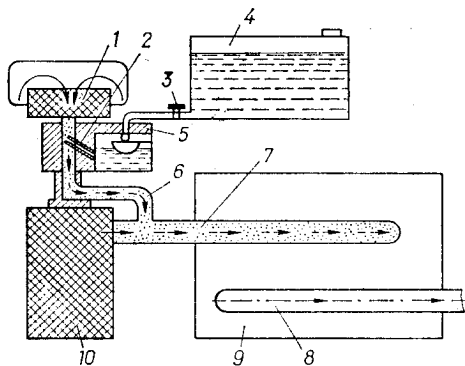


Рис. 15.2. Система подачі води у впускні колектори двигуна ЯМЗ-240:

— — — — — відпрацьовані гази; — — — — — повітря; - - - - - повітря, змішане з паром води

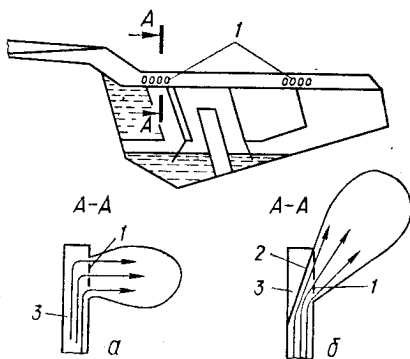


Рис. 15.3. Вихлопна система платформи з рідинним нейтралізатором:

а — стара конструкція; б — нова конструкція

Поліпшити ефективність дії комбінованої системи очистки відпрацьованих газів автосамоскидів БелАЗ-540А можна також, змінюючи конструкцію вихлопних контрфорсів 3 (рис. 15.3) платформи автомобіля. Перед вихлопними вікнами 1 у вихідній частині контрфорсів 3 під кутом 20° до бічного борта платформи встановлюють відбивачі 2. Відпрацьовані гази, ударяючись об відбивачі 2, викидаються в атмосферу через вихлопні вікна під кутом 15...35 °С до вертикалі, що дає змогу підняти зони підвищеної концентрації токсичних речовин у районі роботи автомобіля й екскаватора вище від рівня кабін водіїв, поліпшуючи тим самим умови їхньої роботи.

## 15.2. Використання вторинних ресурсів

**Загальні положення.** Автомобільний транспорт — один із значних споживачів матеріальних, енергетичних і трудових ресурсів, які оцінюються автотранспортними витратами народного господарства. Значним резервом ресурсозбереження на підприємствах автотранспорту є комплексне використання вторинних матеріальних та енергетичних ресурсів, що являють собою своєрідний відтворний фонд. Підхід до вторинних ресурсів як до відтворного фонду матеріальних ресурсів — новий стратегічний напрям інтенсивного використання всієї різноманітності ресурсів у сфері експлуатації автомобільного транспорту. Суть цього процесу полягає в організації повторного і багаторазового використання значної номенклатури цих ресурсів, залучення їх у господарський обіг.

З метою системного підходу до розглядуваної проблеми треба користуватися загальною схемою (моделлю) ресурсного забезпечення системи експлуатації автотранспортних засобів із урахуванням створення й використання відтворного фонду матеріальних ресурсів (рис. 15.4).

Ресурсний баланс автотранспортного виробництва за фіксований період часу (рік, квартал і т. д.) визначають із виразу

$$P_0 = P_1 + P_2 + P_3,$$

де  $P_0$  — загальна потреба системи експлуатації автотранспортних засобів у матеріальних та енергетичних ресурсах;  $P_1$  — нові (первинні) матеріальні й енергетичні ресурси, що використовуються системою експлуатації автотранспортних засобів;  $P_2$  — відходи виробництва і відходи споживання, що надходять до системи експлуатації автотранспортних засобів з інших галузей народного господарства;  $P_3$  — відтворний фонд матеріальних ресурсів власне автотранспортного виробництва.

До первинних ресурсів належать нові автомобілі і прицепи до них, вузли і запасні частини, автошини, паливно-мастильні та інші матеріали, що забезпечують як підтримування роботоздатності

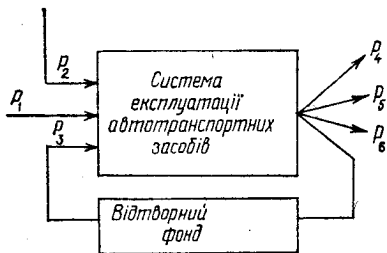


Рис. 15.4. Загальна схема ресурсного забезпечення системи експлуатації автотранспортних засобів

рухомого складу на потрібному рівні, так і безпосереднє виконання автотранспортної роботи — переміщення вантажів і пасажирів.

У ресурсному балансі автотранспортного виробництва джерелами часткової заміни первинних ресурсів є відходи виробництва і споживання з інших галузей народного господарства і відтворний фонд матеріальних ресурсів власного виробництва. До першого джерела належать вторинні

матеріальні ресурси — відходи металу, деревини, пластмас та ін., а також вторинні енергетичні ресурси — газовий конденсат, попутний газ, низькосортні бензини та ін. Виявлення і використання цих ресурсів з інших галузей народного господарства — значний резерв ресурсозбереження в системі експлуатації автотранспортних засобів.

Значне і найбільш використовуване джерело скорочення потреби в первинних ресурсах — *відтворний фонд матеріальних ресурсів* власне автотранспортного виробництва, що надходить після відповідної обробки назад у систему експлуатації автотранспортних засобів. Це відновлені методом накладення нового протектора покришки, капітально відремонтовані агрегати і вузли, відновлені деталі, регенеровані масла та ін.

Постійним виходом системи експлуатації автотранспортних засобів є велика різноманітність вторинних ресурсів — відходів виробництва і відходів споживання при експлуатації автотранспортних засобів. Ресурсний баланс відходів виробництва і відходів споживання має такий вигляд:

$$B_{\text{в}} = P_4 + P_5 + P_6,$$

де  $B_{\text{в}}$  — відходи виробництва і відходи споживання із системи експлуатації автотранспортних засобів;  $P_4$  — вторинні ресурси автотранспорту, що надходять в інші галузі народного господарства;  $P_5$  — неорганізовані відходи і покидьки автотранспортного виробництва;  $P_6$  — використовувані (що не утилізуються) відходи, покидьки і викиди автотранспортного виробництва.

В інші галузі народного господарства надходять брухт чорних і кольорових металів, відпрацьовані нафтопродукти, непридатні до відновлення покришки, стічні води та ін., частина з яких після відповідної переробки знову повертається в систему експлуатації автотранспортних засобів у вигляді нових автомобілів, покришок, масел, запасних частин тощо.

До неорганізованих відходів і покидьків належать вторинні ресурси, які характеризуються невеликими об'ємами утворення і в основному потребують вирішення організаційних і технічних питань утилізації і можливого використання їх як відтворного фонду. Це відпрацьовані консистентні мастильні матеріали з вузлів тертя, технічні рідини, електроліти, антифризи, пластмаси та ін.

До невикористовуваних відходів, покидьків і викидів належать такі, які на сучасному рівні розвитку науки і техніки не можуть бути вловлені і використані у виробництві або ж їхнє використання економічно недоцільне. Це компоненти відпрацьованих газів двигунів, лакофарбові покриття кузовів і кабін автомобілів, гумовий пил, що утворюється в процесі руху автомобілів, та ін.

Одне із завдань інтенсифікації автотранспортного виробництва — досягнення найбільшого ефекту при скороченні споживаної маси виробничих ресурсів. Умову ефективної виробничо-господарської діяльності АТП щодо ресурсовіддачі можна записати у вигляді

$$P = \frac{P_1 + (P_2 + P_3)}{Q} \rightarrow \min,$$

де  $P$  — ефективність автотранспортної роботи щодо ресурсовіддачі;  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  — товарні маси використаних матеріальних і енергетичних ресурсів при виконанні автотранспортної роботи за певний період часу;  $Q$  — кількість виконаної за певний період часу автотранспортної роботи.

Якщо на АТП не досить повно залучаються в господарський обіг вторинні ресурси і відходи виробництва, тобто величини  $P_2$  і  $P_3$  незначні, то це створює потребу залучення в цей обіг більшої маси первинних ресурсів і призводить до погіршення ресурсовіддачі.

Створення і розвиток механізму залучення вторинних ресурсів і відходів у господарський обіг АТП потребують чіткої класифікації їх. Вона повинна враховувати усі технічні, організаційні та економічні можливості залучення в господарський обіг кожної назви вторинного ресурсу або відходу виробництва, тобто утилізація має розглядатись як остання стадія їхнього життєвого циклу. Такий підхід дає змогу сконцентрувати зусилля наукових та інженерно-технічних працівників не тільки на прискореному використанні відтворного фонду, а й на пошуку нових мало- і безвідхідних технологій.

**Класифікація вторинних ресурсів і відходів.** Основу класифікації вторинних ресурсів і відходів, що утворюються на підприємствах автотранспорту, становить поділ їх за агрегатним станом, джерелами утворення і напрямками використання. За агрегатним станом відходи автотранспортного виробництва поділяють на п'ять класів: *тверді, рідкі, пастоподібні, пилоподібні і газоподібні* (рис. 15.5). Кожен клас поділяється на групи і підгрупи.

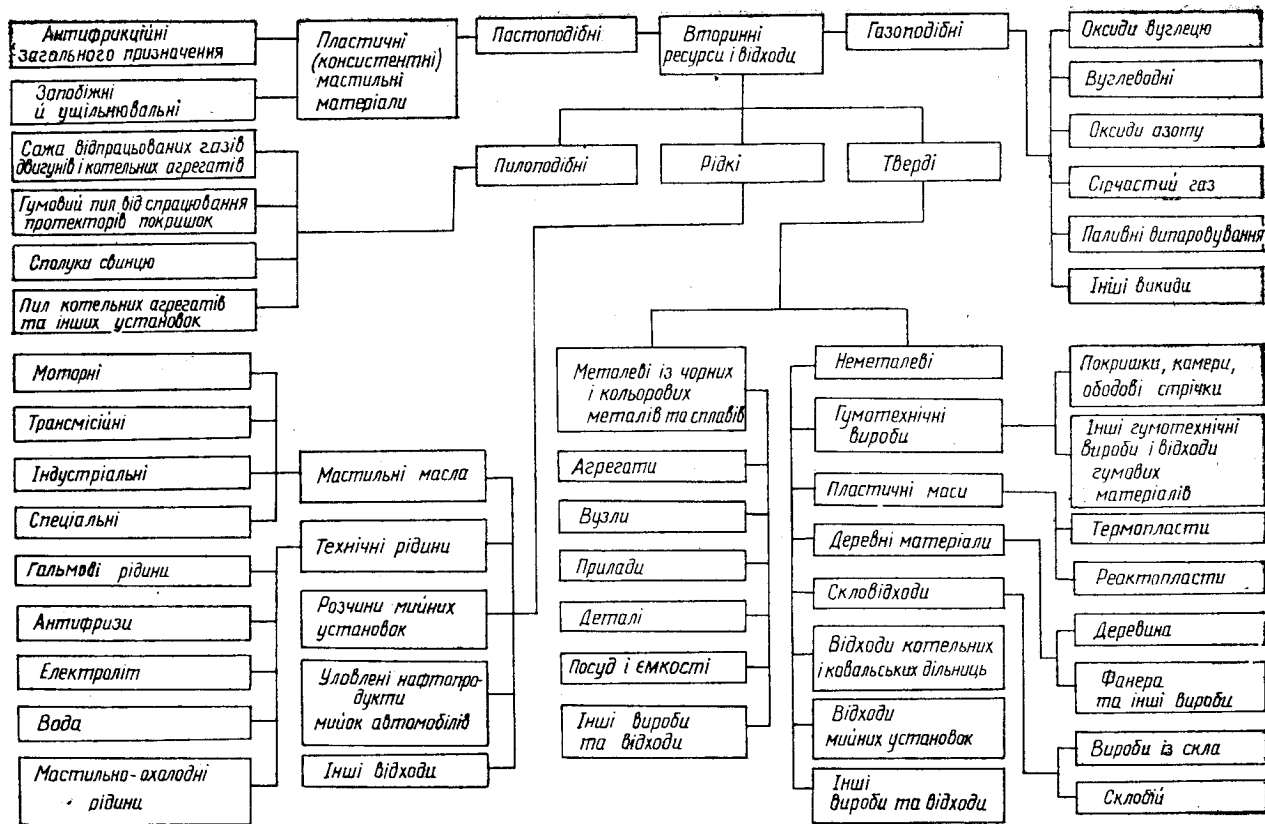


Рис. 15.5. Класифікація вторинних матеріальних ресурсів підприємств автотранспорту за агрегатним станом

На прикладі експлуатації вантажного автомобіля ЗІЛ-130 (до списання) розподіл загальної маси вторинних ресурсів і відходів за агрегатним станом (%) має такий вигляд:

|                        |      |
|------------------------|------|
| Газоподібні . . . . .  | 72,5 |
| Тверді . . . . .       | 14,2 |
| Рідкі . . . . .        | 8,2  |
| Пилоподібні . . . . .  | 4,5  |
| Пастоподібні . . . . . | 0,6  |
| Разом . . . . .        | 100  |

Порівняння цієї маси з масою автомобіля в спорядженому стані показує, що один автотранспортний засіб за свій життєвий цикл утворює масу вторинних ресурсів і відходів, яка в 10...12 разів більша від маси самого автомобіля. Якщо при цьому враховувати і масу застосовуваної води (для миття й систем охолодження), то маса відходів перевищує власну масу автомобіля у 90...95 разів. Наприклад, АТП з 150 автомобілів ЗІЛ-130 за один рік експлуатації орієнтовно створює 1,5...1,6 тис. т вторинних ресурсів і відходів, а з урахуванням споживання води — 8...9 тис. т.

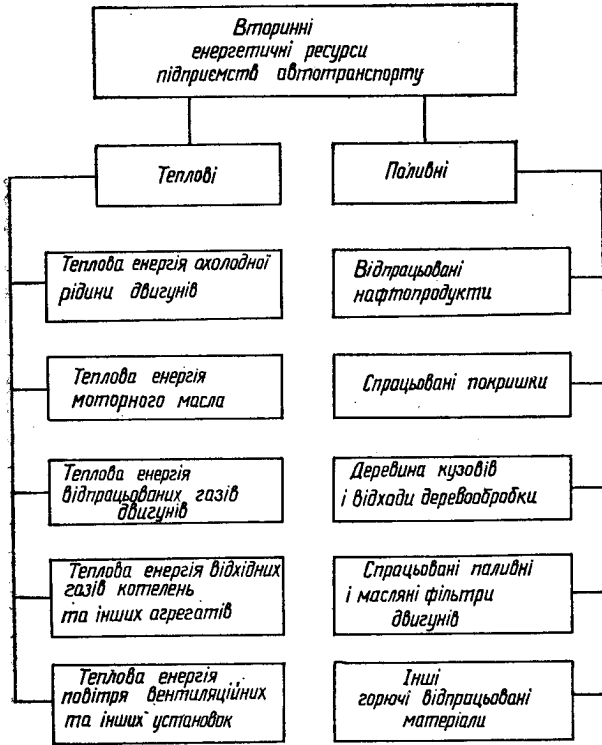
За джерелами утворення класифікація відходів передбачає поділ їх на дві основні групи: відходи, що утворюються безпосередньо в процесі руху автомобіля; відходи, що утворюються в процесі ТО і поточного ремонту, а також у результаті списання автомобілів. До першої групи відходів належать газо- і пилоподібні, а до другої — тверді, рідкі і пастоподібні. Відповідно до прийнятої в нас єдиної укрупненої класифікації відходів виробництва і відходів споживання, газо- і пилоподібні відходи належать до *відходів автотранспортного виробництва*, а тверді, рідкі і пастоподібні — до *відходів автотранспортного споживання*.

Класифікація відходів за джерелом утворення дає змогу поділяти їх на *використовувані і невикористовувані*, на *вловлювані і невловлювані*. Такий поділ полегшує організацію залучення вторинних ресурсів у господарський обіг підприємств автотранспорту і в інших галузях народного господарства. Класифікація відходів АТП — основа для розробки системи норм і нормативів утворення вторинних ресурсів на автотранспорті. Проблема використання газо- і пилоподібних відходів автотранспортного виробництва в технічному плані досі не розв'язана. Науково-дослідні інститути ведуть роботи щодо нейтралізації відпрацьованих газів та вловлювання сажі з вихлопу дизельних двигунів. Зусилля працівників АТП повинні бути зосереджені на розв'язуванні проблем скорочення шкідливих викидів у складі відпрацьованих газів та збільшення пробігів автошин. Викиди в атмосферу оксидів вуглецю і вуглеводнів, обсяги яких залежать від повноти згорання палива у двигуні, є викидами невикористаної енергії.

Відходи виробництва і споживання на автотранспорті класифікують за *небезпечністю впливу* їх на навколишнє середовище та організм



Рис. 15.6. Класифікація вторинних енергетичних ресурсів автотранспорту



людини, а також у пожежонебезпечному відношенні. Їх поділяють на п'ять груп: *токсичні* (компоненти відпрацьованих газів двигунів, антифризи та деякі гальмові рідини), *біологічно активні* (відпрацьовані нафтопродукти, консистентні мастильні матеріали, тверді осадки очисних споруд та ін.); *хімічно активні* (електроліт); *горючі*; *нейтральні*. Деякі відходи водночас мають ознаки небезпечності інших груп, тобто їм властива комплексна небезпечність.

Вторинні енергетичні ресурси автотранспорту (рис. 15.6) поділяють на два класи: *теплові* і *паливні*.

На прями використання вторинних ресурсіві відходів автопідприємств різні. На рис. 15.7 показана загальна схема руху первинних і вторинних ресурсів у системі експлуатації автотранспорту. На автотранспортні роботи, пов'язані з переміщенням вантажів і пасажирів, забезпеченням потрібної технічної готовності автомобілів, та інші виробничі потреби АТП використовує первинні ресурси — матеріали, виробі, енергію. Автотранспортний процес, ТО, ремонт і зберігання автомобілів супроводяться утворенням відходів виробництва і відходів споживання, які поділяються на використовувані (або ті, що

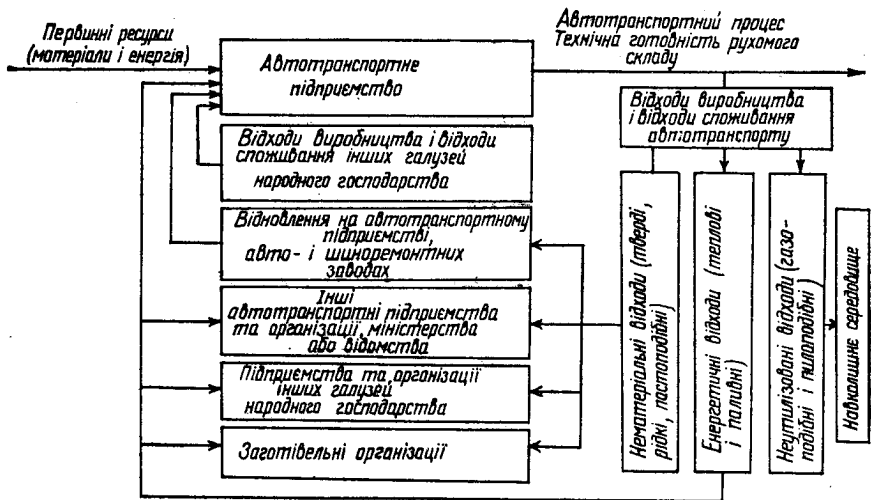


Рис. 15.7. Загальна схема руху первинних і вторинних ресурсів

утилізуються) матеріальні та енергетичні відходи і на невикористовувані.

*Матеріальні відходи* АТП мають такі напрями використання й утилізації: використання всередині АТП, в тому числі в кооперації з авто- і шиноремонтними заводами; передача іншим АТП та організаціям цього відомства; поставка підприємствам і організаціям інших галузей народного господарства.

*Енергетичні теплові відходи* АТП використовують для їхніх власних потреб або безпосередньо на автомобілях, а паливні — як усередині АТП, так і іншими підприємствами та організаціями. Особливістю деяких відходів (спрацьовані покришки, відпрацьовані нафтопродукти, деревина та ін.) є те, що їх можна використовувати як матеріальні і як енергетичні паливні. Напрямок руху їх у кругообігу ресурсів у кожному конкретному випадку визначається плановим завданням на використання, передачу, поставку або здачу.

Джерелом часткового заміщення первинних ресурсів АТП є відходи виробництва і відходи споживання підприємств та організацій інших галузей народного господарства (металовідходи, пластмаси, інші матеріали і вироби).

Вирішуючи питання керування використанням вторинних ресурсів на автотранспорті, треба враховувати альтернативи рециркуляції матеріалів. Передусім це збільшення терміну служби матеріальних ресурсів у сфері експлуатації автотранспорту, зниження витрати матеріалів, впровадження ефективніших ресурсозберігаючих технологій, заміна дефіцитних і токсичних матеріалів менш дефіцитними і нешкід-

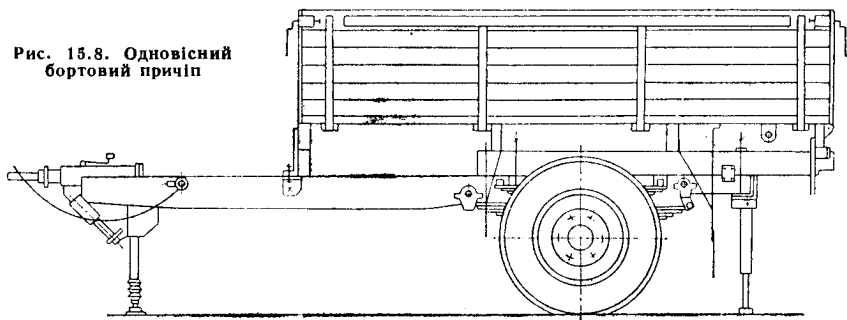
ливими, тобто заходи, які дають змогу скоротити обсяги утворення відходів та зменшити їхній шкідливий вплив на навколишнє середовище.

Скорочення питомої витрати первинних ресурсів разом із використанням ресурсозберігаючих технологій може більшою мірою сприяти збереженню ресурсів, ніж рециркуляція матеріалів. Такий підхід свідчить про те, що питанню ресурсозбереження на автотранспорті властивий комплексний характер і воно має в кожному конкретному випадку вирішуватись із позицій економічності.

Один із ефективних напрямів залучення вторинних матеріальних ресурсів і відходів у господарський обіг АТП — застосування принципу агрегування. Він передбачає створення машинної та іншої техніки із зайвих уніфікованих стандартних агрегатів, вузлів, приладів і деталей автомобілів, які здають у металобрухт. Кожен автомобіль є носієм виробів гідро-, пневмо- й електропривода, а також механічного привода, які можуть успішно застосовуватись у конструкціях різних технічних засобів. У разі потреби ці вироби ремонтують для відновлення їхньої роботоздатності. Застосування принципу агрегування дає змогу досягти економії металу приблизно 80...90 %, скоротити терміни створення засобів механізації в 2...3 рази, а проектування — в 3...4 рази. При цьому економиться праця висококваліфікованих верстатників, спрощуються експлуатація і ремонт стандартних елементів створеної конструкції.

На рис. 15.8 і 15.9 показані одновісний бортовий причіп вантажопідйомністю 2...3 т до автомобілів марки ГАЗ-53А і внутрішньогаражна машина багатоцільового призначення, створені за принципом агрегування автомобільних агрегатів, вузлів і деталей. Причіп виготовлений із шасі списаних автомобілів ГАЗ-53А, -53-12, -53-07, агрегати і вузли яких проходять капітальний ремонт, а гаражна машина — із відремонтованих агрегатів і вузлів різних марок автомобілів. Застосування причепа дає змогу підвищити продуктивність автомобіля ГАЗ-53А в 1,4...1,5 рази, знизити питому витрату автомобільного палива на 25...30 %. Внутрішньогаражна машина забезпечує зростання продуктивності праці при виконанні прибирально-мийних, вантажно-роз-

Рис. 15.8. Одновісний бортовий причіп



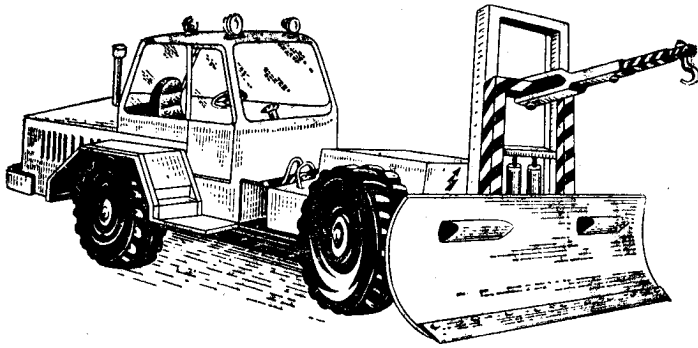


Рис. 15.9. Внутрішньогаражна машина багатоцільового призначення

вантажувальних, підйомно-транспортних, буксирувальних та інших робіт у 5...10 разів.

Значний резерв економії металу, палива й енергії — вторинне використання спрацьованих деталей, інших виробів і матеріалів, у тому числі й списаних автомобілів. Головним і найбільш економічним напрямом вторинного використання спрацьованих деталей є відновлення їхньої початкової роботоздатності різними методами і способами реставрації. Переважна кількість елементів і поверхонь деталей автомобілів взагалі не спрацьовуються або спрацьовуються мало. Так, понад 85 % деталей вибраковують при спрацюванні окремих поверхонь до 0,05... 0,3 мм, тобто при втратах маси, що становлять незначні частки відсотка від маси самих деталей. Тому процеси відновлення спрацьованих деталей автомобілів — найефективніший напрям залучення вторинних ресурсів у господарський обіг АТП.

Один із напрямів використання спрацьованих деталей — виготовлення з них нових інших деталей. У цьому випадку спрацьовані деталі є заготовками або сировиною, що дають змогу раціонально використовувати метал та інші матеріали. Це стосується неремонтопридатних деталей (зруйнованих, із великим спрацюванням) або зайвих за цією номенклатурою. Характеристики металу, з якого виготовлені автомобільні деталі, не тільки відповідають вимогам до матеріалу нових виробів, а й здебільшого за міцністю і твердістю перевершують матеріал, що йде на промислове виготовлення їх. Наприклад, із спрацьованих півосей (матеріал — високоміцні леговані сталі) виготовляють пальці і валики гальмових колодок, пальці ресор і амортизаторів, гайкові ключі гайковертів та інші деталі типу «вал» або «вісь». Спрацьовані шворні використовують як заготовки для виготовлення пальців ресор і амортизаторів та інших деталей, а клапани двигуна — для виготовлення роликів муфти вільного ходу привода стартера. Певна номенклатура спрацьованих і непридатних до відновлення деталей є сировиною

для виготовлення нових деталей методом лиття (поршні, головки блока та інші вироби з алюмінієвих сплавів, свинцеві відходи акумуляторних батарей, лом пластмас).

Беликий резерв ресурсозбереження на АТП — використання спрацьованих деталей для виготовлення спеціального інструменту, пристроїв і оснастки, які застосовуються при виконанні операцій ТО і ремонту автомобілів. Різномарковість автомобілів потребує багатьох типорозмірів оснастки, яка промисловістю не випускається і не входить до бортового комплексу автомобіля. Наприклад, із спрацьованих деталей автобусів марки ЛАЗ і «Ікарус» можна виготовити понад 60 назв нових виробів. Із спрацьованих пальців поршнів двигунів виготовляють накидні головки для гайок і болтів 20 типорозмірів.

Перспективним напрямом раціонального використання спрацьованих деталей є застосування їх як вторинної сировини для виготовлення товарів народного вжитку різної номенклатури.

Утилізація (здавання в металобрухт) спрацьованих і непридатних до використання деталей — заключний етап життєвого циклу цього виду відходів споживання. Однак і при здаванні в металобрухт треба розглядати можливість вилучення з утильних деталей цінних матеріалів. Наприклад, в одному утильному радіаторі системи охолодження двигуна залежно від марки автомобіля міститься 0,4...1 кг олов'янистого припою, який доцільно вилучати й використовувати замість первинного припою. Організація повного вилучення припою з усіх утильних деталей, що містять його, дає змогу скоротити застосування первинного припою на АТП на 80...90 %, ліквідувати засміченість металобрухту іншими компонентами.

Відпрацьовані гази автомобільних двигунів із погляду використання їх як вторинних ресурсів розглядають у трьох напрямках: джерело теплової енергії; носій компонентів (сажа та інші складові); джерело надлишкового тиску. Найширше використовують відпрацьовані гази як вторинний енергоресурс — пристрої для підігрівання кузовів автомобілів-самоскидів при перевезенні вантажів, які змерзаються взимку; пристрої-теплообмінники паливоподавальної апаратури газобалонних автомобілів; бортові підігрівники дизельного палива; підігрівники кабін, салонів і кузовів автомобілів; транспортні утилізатори для обігрівання кабін автомобілів і тракторів, кузовів спеціальних автомобілів; пристрої для зменшення спрацьовування фрикційних вузлів механізму зчеплення; установки для гасіння локальних пожеж.

Одним із компонентів відпрацьованих газів двигунів внутрішнього згоряння є сажа. Нерозв'язана технічна проблема дизельного двигуна — видалення сажі з відпрацьованих газів. Такий двигун викидає в атмосферу 5...15 кг сажі на 1 т спалюваного палива, причому верхня границя відповідає автотранспортним дизелям. Двигун автомобіля КамАЗ-5511 викидає 0,189...0,233 кг/год або 3,15...3,88 г/км сажі при

швидкості 60 км/год. За рік ці викиди при добовому пробігу 300 км становлять 118 кг або 4,74 м<sup>3</sup> сажі.

У світовій практиці намітилась тенденція докорінної зміни підходу до розв'язання проблеми видалення сажі з відпрацьованих газів. При цьому сажу розглядають як вторинний ресурс (технічний вуглець) і ведуться пошуки способів уловлювання її з метою дальшого використання для потреб шинної промисловості. Створення промислових високоєфективних фільтрів для вловлювання дисперсних частинок із відпрацьованих газів дизелів дасть змогу вирішити дуже важливе завдання зниження викидів токсичних речовин та вловлювання сажі як цінного вторинного ресурсу.

Двигун автомобіля за своєю конструкцією є і компресором, внаслідок чого відпрацьовані гази на виході з циліндрів при такті «випуск» мають надлишковий тиск, тобто є джерелом енергії. Цю їхню властивість можна використати в конструкціях різних пневматичних підйомників, у тому числі платформ вантажних бортових автомобілів.

Рециркуляція відпрацьованих мастильних масел, що виробляються з нафти, є або регенерацією їх для одержання аналогічних продуктів, або їх використання з іншою метою — як котельного палива, на технологічні та інші потреби. Регенерація відпрацьованих масел — основний напрям їх рециркуляції, оскільки дає значну економію сировинної нафти — природного ресурсу, що не відновлюється. Одним із напрямів повторного використання відпрацьованих нафтових масел є виготовлення на їхній основі антикорозійних рідин для захисту деталей автомобілів від корозії. Велике економічне й екологічне значення має раціональна організація на АТП збирання, зберігання і повторного використання відпрацьованих нафтопродуктів.

Інтенсивний розвиток автотранспорту призводить до зростаючого засмічення навколишнього середовища спрацьованими автомобільними покришками. Щороку в нашій країні виходить із експлуатації близько 20 млн покришок, 50 % яких не використовуються для вторинної переробки і викидаються у відвали. До традиційних способів переробки відпрацьованих покришок належать: відновний ремонт з накладанням нового протектора, регенерація гуми, подрібнення покришок із наступним використанням дрібняку для виготовлення різних виробів.

За кордоном і в нашій країні нагромаджено досвід використання спрацьованих покришок у цілому вигляді. За зарубіжними даними, довговічність покришки у воді становить 1500...2000 років, а в атмосфері — 50...60 років. Їх широко застосовують у спорудах для захисту узбереж морів і річок від ерозії, штучних берегів водосховищ, хвилерізів, дамб. Покришки невеликих діаметрів застосовують у конструкціях стрічкових конвейерів замість несучих металевих роликів. Властивість покришок пом'якшувати удари використовується для захисту

бічних частин суден від ударів при швартуванні, як основа при розвантажуванні вантажів або фундамент для кріплення установок, що створюють вібрацію в процесі роботи. Із покришок роблять бар'єри й огорожі автомобільних доріг, їх застосовують при будівництві доріг, аеродромів, злітних майданчиків. Ефективним вирішенням є використання утильних покришок як будівельних блоків для стін гаражів, майстерень, складів та ін.

Армовані металокордом спрацьовані покришки використовують як паливо в обертових цементних печах. Теплотворна здатність покришок становить 33...35 МДж/кг (8600 ккал/кг) проти 27...30 МДж/кг (7200 ккал/кг) для вугілля. Головним недоліком при переробці спалюванням є знищення хімічно цінних речовин і негативний вплив на навколишнє середовище.

Перелічені можливості вторинного використання утильних покришок у цілому вигляді не можуть бути визнані задовільними, оскільки в період зростаючого дефіциту й подорожчання енергії та сировини особливого значення набувають способи здобуття з покришок сировинних та енергетичних ресурсів. Тому актуальним завданням є переробка покришок. Вона охоплює термічний і каталітичний крекінг і піроліз, регенерацію, подрібнення, розкладання гуми під дією кисню, водню та інших хімічних реагентів.

Одним з ефективних напрямів заміни традиційних способів передпускового розігрівання двигуна автомобіля взимку (електро-, газо-, водо- і паропідігрівання) є утилізація (рекулерація) теплової енергії охолодної рідини та моторного масла. У двигунах акумулюється тепла енергія, носієм якої є рідина в системі охолодження і моторне масло в картері двигуна. Використання частини цієї енергії, яка при встановленні автомобіля на відкриту стоянку передається у навколишнє середовище (зливання гарячої води), для потреб наступного розігрівання двигунів належить до проблеми утилізації теплової енергії.

Енергозберігаючі способи передпускового розігрівання двигунів реалізуються за допомогою індивідуальних (бортових) автомобільних термосів, пересувних і колективного користування. Сукупні витрати на розігрівання одного автомобіля за допомогою термосів скорочуються у 5...12 разів порівняно з традиційними способами розігрівання. Досягається значна економія води, збільшується моторесурс двигунів. В основі будь-якого автомобільного термоса закладена така схема: забирання гарячої води з системи охолодження в термос; зберігання її в термосі з можливим підігріванням при дуже низьких температурах; видача гарячої води з термоса в систему охолодження двигуна. Бортові термоси монтують безпосередньо на автомобілі. Пересувний термос — це термос-ємність на шасі внутрішньогаражного автомобіля або причепа до внутрішньогаражної машини багатощільового призначення. Термос колективного користування — це ємність, розміщена в землі. Досі ефективних термосів для моторного масла ще не створено. Засто-

сування їх дасть змогу збільшити моторесурс двигунів внаслідок різкого зменшення пускового спрацювання.

**Показники оцінки рівня сировинного еквівалента.** З урахуванням невідтворюваності природних ресурсів і зростання темпів потреби в них важливого значення набуває проблема збільшення сировинного еквівалента вторинних ресурсів, який у перспективі має стати одним із головних показників економічності виробництва. Тому одним із актуальних питань підвищення ефективності використання вторинних ресурсів на АТП є розробка і застосування відповідних показників, які оцінюють рівень сировинного еквівалента цих ресурсів. Основою можливості застосування вторинних ресурсів замість первинних є еквівалентність споживчих властивостей, яку оцінюють *показником еквівалентності цих властивостей*. Як такий показник застосовується коефіцієнт еквівалентності споживчих властивостей  $E$ , що визначається із співвідношення

$$E = Q_n / Q_b,$$

де  $Q_n$  — кількість продукції з первинної сировини або матеріалів, рівноцінна за споживчими властивостями кількості продукції з відходів;  $Q_b$  — кількість продукції з відходів або з частковим використанням відходів у вигляді добавки.

Так, коефіцієнт еквівалентності споживчих властивостей відновлення покришок як відходів споживання підприємств автотранспорту по відношенню до нових (з урахуванням рівноцінності, наприклад, при пробігу 45 % від нової) становитиме 0,45, тобто 100 відновлених покришок еквівалентні за споживчими властивостями 45 новим покришкам розглядуваного типорозміру. Аналогічно показник еквівалентності споживчих властивостей можна визначити для інших рециркульованих відходів споживання підприємств автотранспорту — відновлених агрегатів, вузлів і деталей, регенованих масел, антифризів, електролітів і т. д.

Між коефіцієнтом еквівалентності споживчих властивостей і ефективною використанням вторинних ресурсів є прямий зв'язок. Чим вищий цей показник, тим вища ефективність використання залучених у господарський обіг вторинних ресурсів і більший обсяг заміни первинних ресурсів. Тому пошук і розробка нових способів і методів підвищення показника еквівалентності споживчих властивостей використовуваних вторинних ресурсів — важливі завдання спеціалістів підприємств та організацій автомобільного транспорту. Має значення і розширення масштабів залучення вторинних ресурсів у господарський обіг за вже існуючими технологіями.

Характерно, що для багатьох відходів споживання і виробництва підприємств автотранспорту та інших галузей народного господарства коефіцієнт еквівалентності має порівняно більше значення. Наприклад, однакову еквівалентність споживчих властивостей ( $E = 1$ ) мають



вода, що зливається з систем охолодження, більша частина виготовлюваних із спрацьованих деталей інших виробів, металовідходи та інші відходи виробництва різних галузей народного господарства. Крім того, споживчі властивості деяких видів вторинної сировини після відновлення можуть бути вищими, ніж ті самі властивості аналогічних первинних ресурсів. Так, коефіцієнт еквівалентності споживчих властивостей відновлених деталей автомобілів прогресивними способами і методами (плазмове напilenня та ін.) може досягати 1,5...2 і більше порівняно з новими деталями, виготовленими за традиційними технологіями.

У більшості випадків еквівалентність споживчих властивостей агрегатів, вузлів, приладів і деталей автомобілів, що застосовуються для виготовлення різних технічних засобів і пристроїв за принципом агрегування, однакова або вища від споживчих властивостей оригінальних або покупних комплектуючих виробів.

Другим показником оцінки ефективності використання вторинних ресурсів є *коефіцієнт взаємозамінності*  $K_{вз}$ , який визначають із виразу

$$K_{вз} = H_{п}/H_{в},$$

де  $H_{п}$  — питома витрата (або норма витрачання) первинної сировини на виробництво одиниці цього виду продукції;  $H_{в}$  — питома витрата (або норма витрачання) вторинної сировини на виробництво одиниці цього виду продукції.

У цій формулі беруть, що коефіцієнт еквівалентності споживчих властивостей дорівнює одиниці. Якщо він менший або більший від одиниці, тобто є відмінність у споживчих властивостях одиниці продукції, то  $K_{вз}$  треба помножити на коефіцієнт еквівалентності споживчих властивостей, і формула набере вигляду

$$K_{вз} = (H_{п}/H_{в}) E.$$

Чим вищий коефіцієнт взаємозамінності, тим більша ефективність використання вторинного ресурсу цієї номенклатури і більший обсяг заміни аналогічного первинного ресурсу. Він є більш інтегрованим показником оцінки сировинного еквівалента вторинних ресурсів.

Коефіцієнти взаємозамінності застосовують у процесі керування використанням матеріальних ресурсів. При невиконанні АТП затверджених завдань збирання, заготівлі і використання відходів за встановленою номенклатурою зменшуються поставки відповідних видів первинної сировини, матеріалів або виробів. Кількість первинної сировини, на яку зменшуються поставки, визначають із урахуванням коефіцієнта взаємозамінності (табл. 15.4). Наприклад, при невиконанні встановленого завдання здавання спрацьованих покришок на відновлення нового протектора на 30 од. поставка нових шин зменшується на 12 од. ( $30 \times 0,4$ ). При нездачі на регенерацію 2 т відпрацьованого моторного

Таблиця 15.4

| Вторинні ресурси і відходи                            | Напрямок використання у народному господарстві     | Назва матеріалів, які замінюють | Коефіцієнт взаємозамінності |
|---|--|---------------------------------|-----------------------------|
| Покришки спрацьовані: придатні до відновлення утильні | Відновлення протектора                             | Покришки                        | 0,4...0,5                   |
| Відпрацьовані нафтопродукти                           | Регенерація, виготовлення гумового дрібняку        | Синтетичний каучук              | 0,33                        |
|   | Регенерація відпрацьованих масел                   | Моторне індустріальне масло     | 0,8                         |
|   | На технологічні потреби                            | Мастильні рідини                | 1                           |
| Відходи: гумові                                       | Як котельне паливо                                 | Мазут                           | 1                           |
|   | Виготовлення гумотехнічних виробів                 | Синтетичний каучук              | 0,5                         |
| Гумотканинні  | Те саме  | Те саме                         | 0,4                         |
| Макулатура  | Виробництво паперу, картону                        | Деревина                        | 3,5                         |
| Полімерна вторинна сировина                           | Те саме з полімерів                                | Первинна полімерна сировина     | 0,7...1                     |
| Текстильні вторинні матеріали                         | Те саме нетканих матеріалів, повсті, пряжі, паперу | Натуральні волокна              | 0,6...1                     |
| Брухт: чорних металів                                 | Те саме сталі                                      | Чавун                           | 0,9                         |
|   | Кольорових металів                                 | Те саме кольорових металів      | Кольорові метали            |
| Деревні відходи                                       | Те саме палива                                     | Паливні дрова                   | 0,64                        |
|   | Те саме деревностружкових плит                     | Деревина                        | 0,88                        |
|   | Те саме бетону                                     | Цемент                          | 0,3                         |
| Зола і золошлакові відходи котелень                   |  | Пісок                           | 0,5                         |

масла поставки свіжого моторного масла зменшуються на 1,6 т ( $2 \times 0,8$ ).

З урахуванням значної номенклатури відходів споживання на АТП і з метою посилення дії економічного механізму на збільшення обсягу залучення вторинних ресурсів у господарський обіг коефіцієнти взаємозамінності (крім перелічених у табл. 15.4) визначають для всіх видів матеріальних ресурсів АТП.

Крім коефіцієнтів еквівалентності споживчих властивостей і взаємозамінності доцільно користуватися коефіцієнтом рівня агрегування  $K_a$ , який оцінює ступінь використання автомобільних та інших агрегатів, вузлів, приладів і деталей у виробі, що виготовляються за принципом агрегування. Його визначають за формулою

$$K_a = M_a / M_b,$$

де  $M_a$  — загальна маса агрегатів, вузлів, приладів і деталей, що застосовуються у виробі за принципом агрегування, кг;  $M_b$  — загальна маса виробу, кг.

Наприклад, для одновісного бортового причепу (див. рис. 15.8) показник  $K_a$  становить 0,75. Із досвіду АТП Української корпорації автомобільного транспорту значення коефіцієнта рівня агрегування при створенні засобів механізації, пристроїв, інструменту, оснастки може бути доведене до 0,85...1.

Коефіцієнт рівня агрегування — це показник, який ураховують також при аналітичному визначенні обсягу брухтоутворення на АТП. Він показує, яка маса вторинних ресурсів залучається в господарський обіг АТП і не повинна враховуватись в обсягах здавання агрегатів, вузлів і деталей у металобрухт.

### 15.3. Очистка води і повторне її використання

На АТП при експлуатації одного автомобіля утворюється в середньому 700...1200 л на добу забрудненої води. Вона містить 800...3000 мг/л завислих речовин, 50...900 мг/л нафтопродуктів, 0,1...15 мг/л тетраетилсвинцю. Разом з тим скидання у водойми або каналізацію рідин, що містять тетраетилсвинець, абсолютно неприпустиме, бо наявність 1 мг/л тетраетилсвинцю у скинутій воді повністю вбиває усе живе у навколишньому водному середовищі. За санітарними нормами у стічній воді допускається не більш як 0,25...0,75 мг/л завислих речовин і 0,05...0,3 мг/л нафтопродуктів.

Нагромаджено багатий досвід конструювання водоочисних санітарно-технічних і технологічних очисних установок та організації реагентного очисного господарства.

Щоб вибрати метод режиму хімічної обробки води і конструкцію водоочисних санітарно-технічних установок, попередньо визначають забрудненість води тетраетилсвинцем (ТЕС), потім кислотність, лужність рідини, потребу нейтралізації, склад і концентрацію домішок. Остаточню метод очистки визначають залежно від конкретних умов експлуатації автомобілів.

Відомо понад 15 методів очистки забруднених вод від ТЕС. Розглянемо деякі з них.

*Тривале зберігання (20...30 днів) забрудненої води у відкритих водоймах* — найпростіший метод, що дає 100 %-ну ефективність очистки води і руйнування ТЕС. При цьому глибина шару очищеної води у водоймі не повинна перевищувати 3 м, обвалування і дно водойми виконують із антифільтраційним покриттям.

*Метод озонування* — один із найпоширеніших. Вітчизняні заводи для цього випускають трубчасті озонатори (ПО-2, -3, -5 та ін.) продуктивністю від 250 до 1000 г озону за годину. Такі установки за добу можуть очистити 100...1000 м<sup>3</sup> забрудненої води, що цілком відповідає

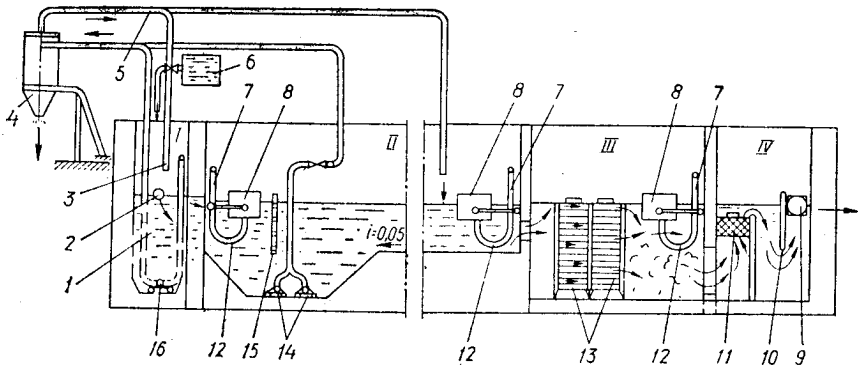


Рис. 15.10. Водоочисна установка для повторного використання води:

I — приймальна камера; II — грязевідстійник; III — бензиномасловловлювач; IV — камера доочистки:  
 1 — піскоуловлювач; 2 — подавальна труба; 3 — труба до елеватора; 4 — гідроциклони;  
 5 — труби до гідроциклонів; 6 — бак дозатора коагулянту; 7 — масловидна труба; 8 — лоток; 9 — водовідвідна труба; 10, 15 — перегородки; 11 — фільтр; 12 — шланг; 13 — пластинчастий конвейер; 14, 16 — гідроелеватори

витратам сучасних АТП. Цей метод забезпечує високу якість очистки і повторне використання води. Скидання у водойму очищеної води зберігає життєдіяльність фауни і флори.

*Флотаційний метод* широко застосовують для очистки від завислих речовин і закаламучених нафтовмісними домішками мийних вод. Він ґрунтується на коагулюванні забруднених рідин із барботажем повітрям і додаванням хімічних речовин — коагулянтів (залізня купорос, сірчаноокислий алюміній, хлористе залізо та ін.), які прискорюють осідання домішок. Для підлугування води додають вапно.

Проектуючи нові і реконструюючи діючі АТП, закладають очисні санітарно-технічні споруди механізованого миття автомобілів із гідроелеваторними і гідроциклонними установками та оборотним водопостачанням, із частковою коагуляцією стоків. На рис. 15.10 показана принципіальна схема таких установок. Забруднена вода після миття автомобілів надходить у приймальну камеру — пісковловлювач, де випадають в осад найбільші частинки, змішуючись із коагулянтом. Із пісковловлювача вода надходить у грязевідстійник, де осідає дрібна завись і починається збирання спливаючих нафтопродуктів саморегульованими лотками бензомасловловлювачів. Закінчується збирання нафтопродуктів у камері бензомасловловлювача після проходження води через пластинчасті контейнери. Відстоявшись, вода потрапляє в камеру об'ємом 26...38 м<sup>3</sup>, звідки насосами подається на мийку повторного використання. Поповнення оборотної системи свіжою водою — близько 10 % загальної витрати. Гідроелеватори забирають осад із пісковловлювача і грязевідстійників, пропускають пульпу через гідроциклони, де осад обезводнюється до 30...60 % вологості. Досвід експлуатації

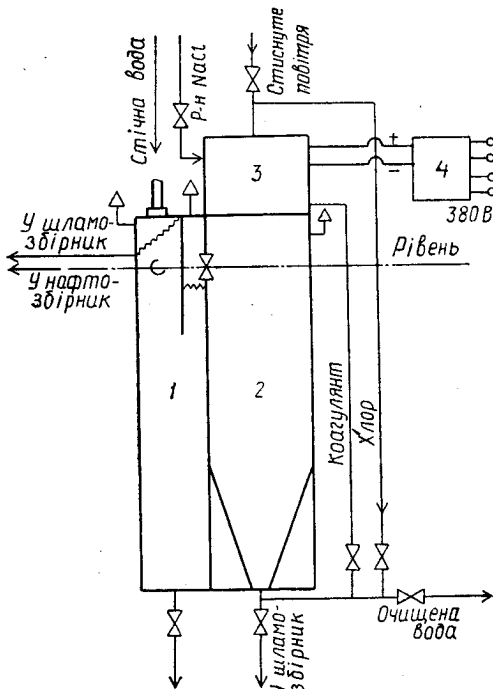


Рис. 15.11. Схема установки для очистки стічних вод:

1 — емкість попередньої очистки; 2 — реактор; 3 — електролізер для утворення коагулянту; 4 — джерело постійного струму

властивостей. Оптимальні дози коагулянта  $Al_2O_3$  становлять 50...10 мг на  $1\text{ м}^3$  стічної води. Ступінь очистки стічних вод досягає 95...99,5 %. Вартість ГОХА, що виготовляються з відходів виробництва, у 2...3 рази нижча від вартості застосовуваних традиційних коагулянтів (солей полівалентних металів, солей алюмінію або заліза, сульфату алюмінію в поєднанні з поліакриламідом та ін.).

На особливу увагу заслуговують різні малогабаритні автоматизовані очисні установки, виконані у вигляді одного блока, що застосовуються на морському й річковому транспорті. Практика їх експлуатації показує доцільність ширшого використання установок, що ґрунтуються на фізико-хімічному (реагентному) методі очистки із застосуванням коагулянтів. На рис. 15.11 показана схема модифікації однієї з таких установок.

Стічна вода подається у попередню камеру 1, обладнану двома фільтрами грубої очистки з розміром вічка 0,7 мм, де відбувається часткове розділення нафтопродуктів і крупних домішок. Масла збираються в

таких установок показав, що вони дають змогу зменшити в 10...15 разів потребу в свіжій воді.

Дедалі більшого поширення набирає очистка стічних вод у системах оборотного водопостачання автомобільних мийок заміною традиційних реагентів однокомпонентним коагулянтом, який виробляють із відходів хіміко-фармацевтичної та аніліно-фарбової промисловості. Як коагулянт використовують гідроксохлориди алюмінію (ГОХА), які можна вводити у стічні води безпосередньо через відстійники очисних споруд після незначних конструктивних допрацювань. Після обробки ГОХА в умовах інтенсивного перемішування швидко утворюється пластівці й інтенсивно осідає коагульована суміш. У статичних умовах осідання практично закінчується через 20...30 хв залежно від дози коагулянта і його

камері 1, потім перекачуються у маслозбірник, а нафтопродукти у вигляді завислих частинок надходять разом із господарськими фекальними водами у реактор 2. Там вони перемішуються з потрібною дозою коагулянту, витісненого стиснутим повітрям із ємкості 3, і залишаються в стані спокою до відокремлення домішок від очищеної фракції. Ємкість 3 порційна і щоразу містить стільки коагулянту, скільки його потрібно для очистки стоків, які є в реакторі 2. Після розділення шлам, що осів на дні, надходить у шламосбірник, а очищена фракція — на повторне використання.

Застосовують й інші конструкції установки, де ємкість 3 є електролізером із пластинчастими алюмінієвими або сталевими електродами. В електролізі, що має джерело постійного струму 4 (випрямляч для підзарядження акумуляторних батарей), відбувається напрацювання коагулянту з 5...7 %-го розчину кухонної солі. Час електролізу залежить від потрібної дози коагулянту і визначається експериментально в процесі пусконаладження.

Якщо в стоках є домішки, що потребують обробки стічних вод дезинфектантами, то як матеріал однієї з пластин електролізера, приєднаних до позитивного затискача випрямляча, використовують графіт. Газоподібний хлор, що виділяється в процесі напрацювання коагулянту, з герметично закупореного електролізера 3 пропускається через стоки в реакторі 2, а потім гіпохлор або коагулянт подається в камеру реакції. Домішки від чистої фракції відокремлюються негайно і піднімаються у верхню частину реактора.

Простота конструкції таких установок дає змогу виготовляти їх безпосередньо на АТП. Дешеви́зна і недефіцитність використовуваних реагентів роблять ці установки доступними навіть для невеликих АТП.

Ефективними і раціональними очисними спорудами, що застосовуються на АТП для очистки стічних вод від нафтопродуктів і завислих речовин для повторного використання очищеної води, є установка «Кристал» та очисні споруди з безнапірними гідроциклонами. Ці очисні споруди забезпечують добру якість очистки стічних вод від нафтопродуктів. Гірші справи з очисткою стічних вод від завислих речовин. Норми гранично допустимої концентрації завислих речовин після очистки не видержуються через технологічні і конструктивні недоробки очисних споруд.

У зв'язку з цим доцільно розглянути досить прості пропозиції винахідників і раціоналізаторів, які вдосконалили установку «Кристал».

Після допрацювання технологічна схема очистки стічних вод за замкнутим циклом на установці «Кристал» має додатковий пристрій для очистки грязевідстійників (рис. 15.12). Крім того, замість віброфільтра, який не виправдав себе в експлуатації, використовується досконаліший фільтр, в якому застосовуються гранули поліпропілену.

Пристрій пневматичного викидання осаду при очистці грязевідстійників показаний на рис. 15.13. Його монтують у напрямку 1, і він має

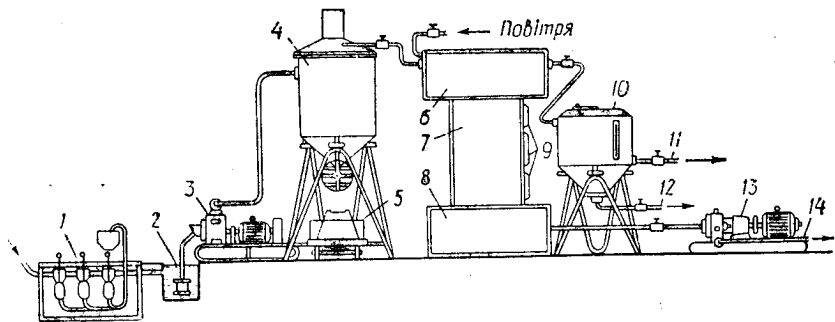


Рис. 15.12. Схема очистки стічних вод за замкнутим циклом на установці «Кристал»:

1 — пристрій пневмовикиду очистки грязевідстійників мийних установок; 2 — приймальний резервуар очищеної від зависі води; 3 — насос подачі очищеної від зависі води; 4 — фільтр із плаваючим навантаженням; 5 — бункер-збірник осаду, що надходить із фільтра; 6 — камера первинної очистки води від нафтопродуктів; 7 — блок очистки стічних вод від нафтопродуктів; 8 — збірник чистої очищеної води; 9 — камера для залишкової очистки стічних вод; 10 — збірник нафтопродуктів; 11 — патрубок зливання нафтопродуктів; 12 — патрубок зливання води; 13 — насос подачі чистої води на установку для миття автомобілів; 14 — патрубок, що сполучає насос з мийною установкою

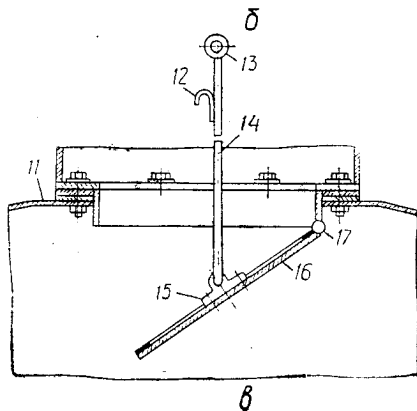
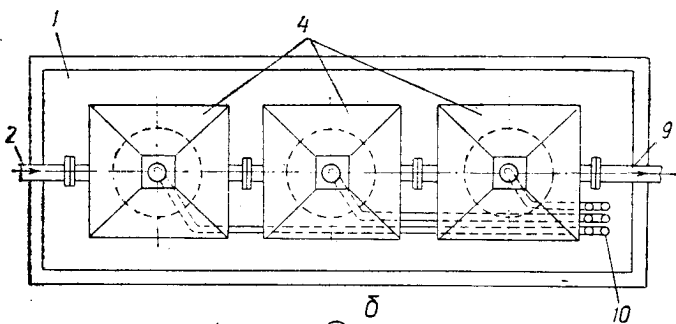
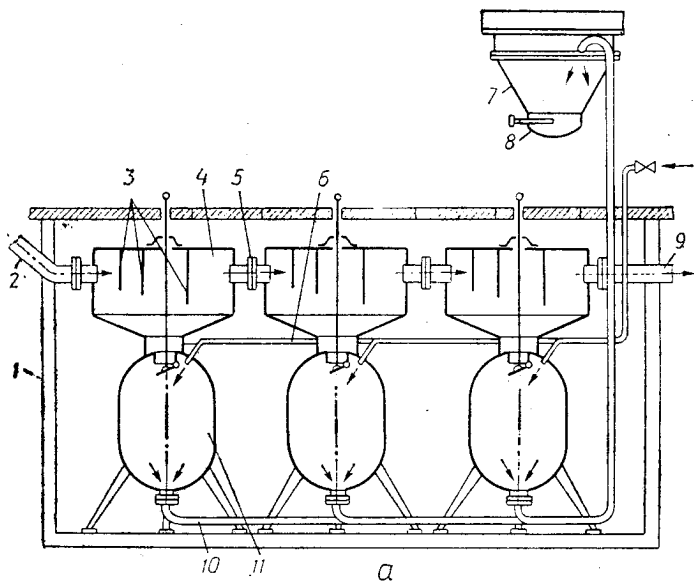
три розміщені в один ряд залізобетонних герметичних резервуари 11 розміром  $9 \times 5 \times 7$  м для збирання відстою (осаду грязі, піску), що надходить із грязевідстійників 4, виконаних у вигляді прямокутних воронок, які встановлені на приймальних горловинах резервуарів і сполучені між собою патрубками 5, змонтованими у верхній частині воронок. Забруднені стічні води підводять до мийної установки по трубопроводу 2, а зливають воду, що відстоялась у грязевідстійнику, по трубопроводу 9.

Воронки-грязевідстійники всередині перегороджені щитами-відсікачами 3, які не дають вільно переміщуватись завислим речовинам із однієї воронки в іншу. Щити-відсікачі закріплені на рівні верхніх кромок воронок до їхніх бічних стінок упоперек напрямку руху води і виконані різними за висотою так, щоб між ними й основою воронок залишався зазор: найбільший біля першого щита-відсікача (за течією стічних вод) і найменший біля останнього.

До кожного резервуара підведений трубопровід 6, через який подається стиснуте повітря під час спорожнення резервуарів од відстою (осадів піску). Відстій по трубопроводу 10, прикріпленому до нижньої горловини кожного резервуара, надходить у завантажувальний бункер 7, розташований вище рівня підлоги для заїжджання під нього автомобіля-самоскида, а потім через люк 8 бункера, що відкривається, в кузов самоскида.

Герметизація при подачі стиснутого повітря в резервуар для його очистки забезпечується запірним тарілчастим клапаном 16, шарнірно укріпленним на завісах 17. Для керування клапаном призначена тяга 14, що з'єднана з вушком 15 клапана, на вільному кінці тяги є рукоятка 13 і фіксатор 12.

Рис. 15.13. Будо-  
ва пневматичного  
викиду осаду при  
очистці грязевід-  
стійників устано-  
вки «Кристал»:  
а — загальний ви-  
гляд у розрізі  
збоку; б — те са-  
ме, зверху; в —  
будова клапан-  
нагромаджуваль-  
ного резервуара





Осад із резервуара видаляється так. За допомогою тяги 14 щільно закривають тарілчастий клапан 16 і фіксують його в закритому положенні, забезпечуючи надійну герметизацію резервуара. Потім відкривають кран подачі стиснутого повітря в порожнину резервуара, заповненого осадом, рівень якого контролюється рівноміром типу РИУ-1 або УР-4 та ін. Під тиском 0,3...0,4 МПа, що створюється стиснутим повітрям, осад будь-якої густини (злежалий, обезводнений) виштовхується по трубопроводу 10 у бункер 7. Після звільнення резервуара перекривають кран подачі стиснутого повітря і відкривають тарілчастий клапан 16. На цьому процес очищення (пневмовикиду) закінчується і резервуар знову готовий до приймання осаду. Експлуатація таких пристроїв в АТП показала, що пневматичний викид осаду істотно доповнює конструкцію установки «Кристал» у найвідповідальнішій частині технологічного процесу очищення стічних вод. Завдяки йому відбувається попереднє вилучення осаду, і в фільтруючі блоки установки надходить уже відстояна вода.

Значний інтерес становлять очисні споруди (рис. 15.14). Забруднена вода після миття автомобіля потрапляє в каналу. У її заглибленій частині є приямок, у якому встановлений металевий бункер (кюбель) для збирання крупного сміття (щебню, скла, металевих предметів). Кюбель із сміттям у міру його наповнення вивозять автотранспортом. Вода самопливом через решітку потрапляє у приймальний резервуар 1. При заповненні резервуара включаються барботер (на 4...5 хв) і грязевий насос 2, який перекачує воду у вертикальний відстійник-касетник 4. Далі по переливних трубах вода перетікає у відстійники першого 5 і другого 6 ступенів. Нафтопродукти, що скупчуються у верхній частині відстійника 6, скидаються через перегородку у нагрівальний бак. При максимальному заповненні відстійника 6 включається насос 7, який перекачує воду у фільтр першого ступеня 8. Потім вода самопливом через касетний фільтр 9 (вторинна очистка від зависі) потрапляє в резервуар для чистої води 10. Із цього резервуара в міру потреби воду подають насосом 11 на миття автомобілів або для регенерації фільтра першого ступеня 8. Взимку воду в резервуарі підігрівають паром або іншим теплоносієм до температури 18 °С. У міру заповнення конічних частин відстійників відкриваються клапани, і осад стікає у баки. Потім клапани закриваються, а осад стиснутим повітрям від компресора 3 переміщується по трубах у бункер, з якого вивантажується в самоскиди. Пневматична система очищення відстійників має досить високу продуктивність: за 15...24 с у бункер переміщується 1 т осаду. Експлуатація описаних очисних споруд показала їхню високу ефективність і надійність у роботі. Практично виключаються шкідливі викиди у навколишнє середовище. Вміст завислих речовин у воді зменшується з 3000 до 15...40 мг/л і нафтопродуктів з 900 до 3...10 мг/л.

В останні роки для очищення води після миття автомобілів почали застосовувати спеціальні сепаратори. Вони можуть мати будь-яку про-

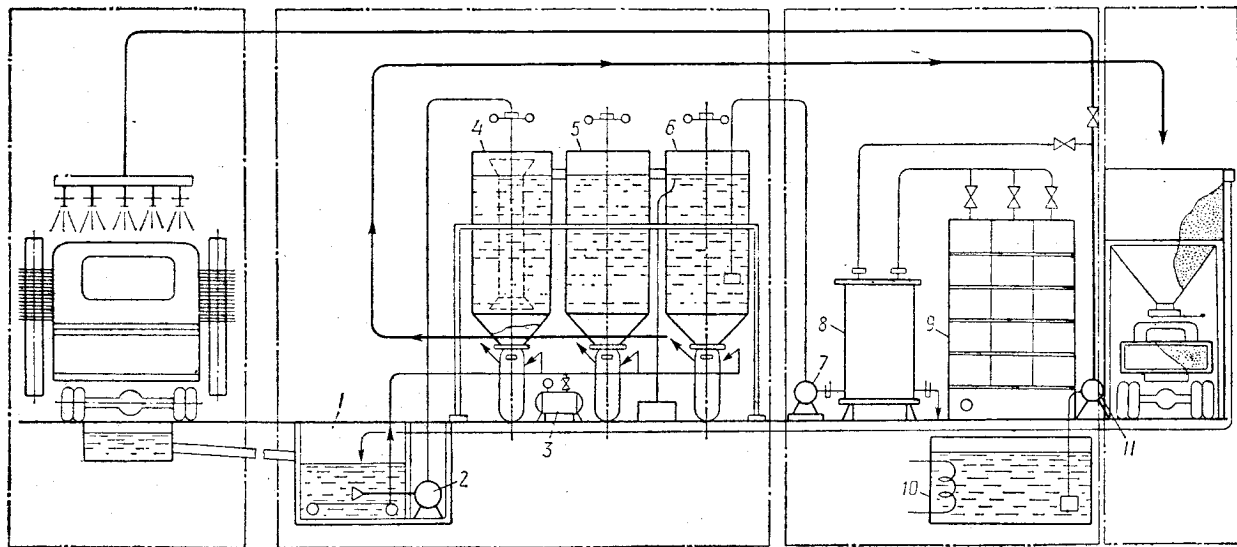


Рис. 15.14. Схема очисних споруд

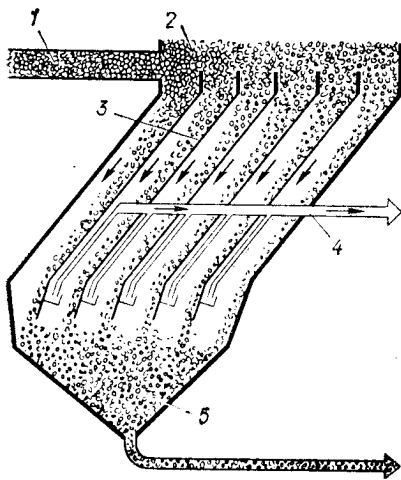


Рис. 15.15. Схема роботи сепаратора для очистки води

пускну здатність, не потребують великих виробничих площ, спрощують очистку установок від шлаку.

Принципальна схема роботи такого сепаратора показана на рис. 15.15. Забруднена вода надходить по трубі 1 у колектор 2 і далі на похилі ламелі 3, що проходять по всій ширині відстійника і поділяють його на секції. Під час проходження води шлак осідає на похилих поверхнях ламелей і стікає у конусний грязезбірник 5. Очищена вода забирається через трубки з карманів у нижніх частинах ламелей, із протилежного боку поверхні, по якій стікає шлак. Забірні трубки складені у спільний колектор 4, з'єднаний з насосом мийної установки.

#### 15.4. Основні шляхи економії автомобільного палива

**Застосування альтернативних палив.** На автомобільному транспорті питомі витрати палива можна знизити, здійснюючи організаційні і технічні заходи.

До організаційних заходів належать такі: перегляд лінійних норм витрачання палива і приведення їх у відповідність із сучасним технічним рівнем рухомого складу та зміненими умовами експлуатації; підвищення коефіцієнта використання пробігу вантажного рухомого складу; інтенсифікація використання причепів; формування три- і чотириланкових автопоїздів; додержання оптимальних швидкостей руху автомобілів (відомо, що рух вантажних автомобілів із швидкістю понад 60 км/год призводить до істотного і часто невиправданого перевитрачання палива); удосконалення обліку витрачання палива на підприємствах; упорядкування постачання і роздачі палива та ін.

До технологічних заходів можна віднести такі: постійне підтримування доброго технічного стану рухомого складу і передусім систем живлення, запалювання і газорозподілу двигунів, регулювань ходової частини і шин; обладнання майданчиків відкритого зберігання автомобілів в умовах негативних температур сучасними засобами розігрівання і підігрівання холодних двигунів. Це дасть змогу повністю виключити прогрівання двигунів у міжзмінний час запусканням і роботою на холостому ходу. Докладно усі ці заходи описані у відповідних розділах підручника.

Тепер найреальніший шлях розширення енергетичної бази автомобільного транспорту і компенсації зростаючого дефіциту традиційних видів нафтового палива — використання *синтетичних спиртів*, серед яких значний інтерес становить метанол (метиловий спирт  $\text{CH}_3\text{OH}$ ). Сировиною для виробництва метанолу можуть бути різні види горючих копалин: природний газ, сланці, різне вугілля та ін.

Теплота згоряння метанолу приблизно наполовину нижча, ніж бензину. Це потребує збільшення на автомобілі паливного бака, що є однією з основних недоліків метанолу. Разом із тим теплота згоряння бензо- і метанолаповітряних сумішей різниться мало. Тому при різній ефективній потужності робочий об'єм двигуна, що працює на метанолі, може бути таким самим, як і бензинового.

З енергетичного погляду метанол має перевагу — високу антидетонаційну стійкість і високий ККД робочого процесу. Спиртові палива характеризуються більшою активністю при горінні порівняно з вуглеводнями. Завдяки цьому горіння метанолової суміші у двигуні стійкіше, а границя спалахнення паливної суміші зміщується у більшу сторону — до  $\alpha = 1,4 \dots 1,45$ .

Метанол має низьку пружність пари і високу теплоту випаровування. Внаслідок цього утруднюється пуск двигуна навіть при позитивних температурах навколишнього середовища. Цей недолік усувають, добавляючи 5...10 %-ні розчинні у ньому низькокиплячі вуглеводневі фракції, застосовуючи додаткові системи з пусковим паливом, підігрівачі впускні трубопроводи, використовуючи карбюратори з електропідігріванням та ін. Як пускові добавки застосовують скраплені гази — бутан, ізопентан і диметиловий ефір.

Застосування альтернативних палив — один із головних напрямів економії автомобільного палива. Найбільш ефективні і перспективні види моторного палива — природний газ, водень, пропан-бутанова суміш і метанол. До нових видів належать композиції легких вуглеводнів із бензином або дизельним паливом, скраплений метан, етан та їх композиції. На особливу увагу заслуговують традиційні види палива з добавками хімічних компонентів.

Застосування водню як додаткового палива для карбюраторних двигунів відкриває можливість принципово нового підходу до організації робочого процесу. При мінімальній модифікації двигуна, що стосується в основному системи живлення, можна досягти значного підвищення його паливної економічності: експлуатаційна витрата бензину знижується на 35...40 % і зменшується токсичність відпрацьованих газів (табл. 15.5).

Газові конденсати мають різні фізико-хімічні властивості. Навіть у межах одного родовища ці властивості можуть змінюватись протягом доби. Тому перед заправлянням обов'язково треба визначати фізико-хімічні, теплофізичні і термодинамічні характеристики досліджуваних палив і вибрати оптимальний у конкретній ситуації варіант викорис-

| Компонент       | Токсичність відпрацьованих газів, % |                 |                  |
|-----------------|-------------------------------------|-----------------|------------------|
|                 | бензину                             | природного газу | бензину з воднем |
| CO              | 100                                 | 10              | 3                |
| CH              | 100                                 | 80              | 74               |
| NO <sub>x</sub> | 100                                 | 90              | 4,5              |

тання газового конденсату будь-якого родовища без здійснення комплексу досліджень, передбачених комісією з випробувань палив, масел, мастильних матеріалів та спецрідин.

*Добавляння у бензин синтетичних компонентів і присадок* — перспективний напрям. Наприклад, у бензин добавляли 8 % метилтретиннобутилового ефіру (МТБЕ) і бензометанольну суміш (15 % метанолу і 7 % ізобутанолу). Випробовували також бензин А-76 з мийною присадкою «Найк». Перевірка цих палив у реальних умовах показала надійну роботу автомобілів. При цьому не потрібні спеціальні регулювальні роботи, автомобіль працює із звичайними експлуатаційними матеріалами, а умови зберігання і транспортування палива такі самі, як і бензину. Крім того, високі антидетонаційні властивості МТБЕ дають змогу збільшити випуск неетилюваного бензину. Розпочато виробництво бензину з добавлянням МТБЕ.

Застосування бензометанольної суміші висуває специфічні вимоги. Підвищуються вимоги до тиску насиченої пари бензину, оскільки навіть із 5 %-м добавлянням метанолу тиск значно збільшується. Щоб уникнути розшарування суміші при її зберіганні, транспортуванні і застосуванні, треба додержувати певної температури і не допускати потрапляння в неї води. Деякі синтетичні матеріали, що використовуються в системах роздачі палива і в автомобільних системах живлення, виявляються нестійкими до бензометанольної суміші. При переведенні автомобіля з бензину на бензометанольну суміш треба змінити пропускну здатність жиклерів, при цьому трохи збільшується загальна витрата палива при зниженні витрачання бензину. Суміш із вмістом метанолу до 15 % не погіршує основних техніко-експлуатаційних показників автомобілів.

*Відходи нафтохімічних і хімічних виробництв (ВНВ) з високим вмістом спиртів і води* мають великі перспективи при використанні їх у двопаливних автомобілях. Застосування таких добавок дає змогу на 7...11 % зменшити витрачання автомобільного палива при стійкій роботі двигунів, знизити витрати на його виробництво і зменшити застосування токсичного тетраетилсвинцю.

**Втрати палива при транспортуванні, зберіганні і заправлянні.** Головні причини втрат палива — несправності устаткування нафто-

складів, порушення правил його експлуатації і недостатня кваліфікація обслуговуючого персоналу.

Втрати палива є наслідком підтікання його із з'єднань шлангів, рукавів і кранів, негерметичності резервуарів, при переливанні палива з однієї ємкості в іншу. Найбільші втрати бувають при зберіганні палива, що пояснюється його малою в'язкістю. Навіть незначне підтікання палива у вигляді краплин призводить до значних втрат. Наприклад, через нещільне з'єднання, яке пропускає одну краплину за секунду, втрати за рік становитимуть 1,5 т. Якщо підтікання часом перетворюється в струминку, втрати збільшуються до 2,5 т за рік. Внаслідок малої в'язкості паливо просочується через невидимі отвори у швах ємкостей на поверхню і випаровується («потіння»). Втрати з 1 м «потіючого» шва можуть досягти 0,7 т за рік.

Щоб уникнути втрат палива від витікання під час приймання, зберігання і видачі його, треба щодня перевіряти справність резервуарів і тари, своєчасно замінити прокладки і набивку в запірній арматурі і в з'єднаннях, негайно усувати дефекти. Не можна наливати нафтопродукти в пошкоджену тару, переповнювати паливом резервуари. Люки їх повинні щільно закриватися, засоби перекачування треба регулярно перевіряти.

Тріщини у зварних швах і невеликі отвори в трубопроводах і резервуарах усувають, установлюючи хомути або бандажі із застосуванням бензостійких замазок та епоксидних смол. В АТП є спеціальні набори (ОП-1764) для ремонтних робіт, до яких входять різні полімерні матеріали (зв'язуючі, отвердники і пластифікатори), ацетон, склострічка, бововняна і склотканина, вимірники, ванночки, залізний порошок і шлюсарний інструмент.

Втрати палива під час заправки автомобілів бувають в основному через відсутність спеціалізованого заправного устаткування або невмілого користування ним. Тому цю операцію слід здійснювати на справних стаціонарних постах заправки за допомогою паливозаправних колонок або безпосередньо на місцях пересувними паливозаправниками.

**Випаровування палива при зберіганні.** Найбільше випаровується бензин, менше — дизельне паливо. Масла і мастильні матеріали практично не випаровуються. Втрати нафтопродуктів від випаровування при зберіганні виникають в основному в результаті малих і великих «дихань», газового сифона, видування та ін.

«Дихання» резервуарів, що спричиняється коливанням температури повітря, супроводиться випусканням повітряної суміші з ємкості при нагріванні і впусканням свіжого повітря при охолодженні. Газовий сифон і видування є наслідком негерметичності резервуарів (відсутність прокладок, нещільне прилягання кришок мостів для вимірювання, негерметичність дихального клапана та ін.), коли в них виникає циркуляція повітря і пари бензину.

Таблиця 15.6

| Ступінь заповнення резервуара, % | Річні втрати бензину для кліматичних зон, % |           |
|----------------------------------|---|-----------|
|                                  | середньої                                   | південної |
| 80                               | 0,3   | 0,4       |
| 80                               | 0,6   | 0,9       |
| 70                               | 1   | 1,5       |
| 60                               | 1,6   | 2,3       |
| 50                               | 2,2   | 3,1       |
| 40                               | 3,6   | 5,2       |
| 20                               | 9,9   | 13,9      |

Передусім при випаровуванні палива вивітрюються легкі (головні) компоненти, що призводить до обважнювання фракційного складу, погіршення пускових властивостей, неповного згоряння, димного вихлопу, збільшення нагаровідкладень і прискорення спрацьовування деталей двигуна. Поряд із цим у неетильованого бензину знижується октанове число, а в етильованого збільшується концентрація тетраетилсвинцю з одночасним зменшенням концентрації бромистого етилу («виносника» свинцю), в результаті чого зростає утворення свинцевистих відкладень у камері згоряння.

Для зниження втрат палива треба: зменшити газовий простір при зберіганні повнішим заповненням резервуарів; знизити вплив коливань температури газового простору, фарбуючи резервуари у світлі тони (найкраще в білий колір) або влаштувавши захисні екрани. Ємкості (в тому числі дихальні клапани, прокладки, кришки) треба тримати у справному стані й забезпечувати цілковиту герметичність їх.

Вимірювати рівень наливу і брати проби доцільно вранці і ввечері, коли температура повітря і газового простору приблизно однакова. Треба скорочувати кількість перекачувань палива з резервуара в резервуар. Наливати у ємкості нафтопродукти слід тільки закритим способом.

Найкращих результатів можна досягти при повній ліквідації газового простору, але для звичайних сталевих резервуарів цього добитись важко через температурне розширення нафтопродуктів. Максимальне заповнення таких ємкостей можливе на 95...97 % їхньої повної місткості. Дослідженнями доведено, що річні втрати бензину від випаровування в резервуарах, заповнених паливом на 20 %, у 33...34 рази більші, ніж у заповнених на 90 %. Річні втрати бензину від випаровування залежно від ступеня заповнення резервуара та кліматичної зони наведені в табл. 15.6. Тому, вибираючи ємкості, слід пам'ятати, що для зберігання однієї й тієї ж кількості палива краще мати один великий резервуар, ніж кілька малих. У цьому разі ступінь заповнення резервуара буде більшим, а поверхня випаровування меншою.

Не можна зберігати в ємкостях довгий час невеликі залишки бензину або дизельного палива, бо швидкість самовипаровування у них збільшується в 4 рази і більше.

Щоб запобігти втратам нафтопродуктів від малого «дихання», треба використовувати герметично закриті резервуари з дихальними клапанами, що працюють при підвищеному тиску. Дихальні клапани, вста-

новлені на резервуарах, мають границі спрацювання при надлишковому тиску 0,25 МПа і вакуумі 0,01 МПа. Втрати бензину від випаровування у таких посудинах порівняно з «атмосферними» втричі нижчі і зменшуються у 10 разів при оборотності резервуара менш як 12 разів на рік.

Найефективніший спосіб боротьби з випаровуванням нафтопродуктів — підземне розміщення резервуарів.

**Втрати палива при порушенні правил експлуатації автомобілів.** До значної перевитрати палива (на 4...17 %) призводить зменшення тиску в шинах коліс. Порушення теплового режиму двигуна може збільшити витрату палива на 8...10 %, тому треба категорично заборонити експлуатацію автомобілів із несправними термостатами і жалюзі.

Наявність накипу в системі охолодження двигуна збільшує витрату палива до 8 % і масла до 2,5 %. Найкращим засобом проти його утворення є електромагнітна обробка води або експлуатація автомобілів із антифризом.

До збільшення витрати палива (на 10...20 %) призводять також неправильне регулювання зчеплення, маточин коліс, гальмових механізмів, сходження коліс та інші несправності. Підвищення пропускної здатності головного жиклера карбюратора на 10 %, неправильне встановлення кута випередження запалювання, несвоєчасна очистка свічок від нагару спричиняють перевитрату палива на 5...15 %. Неправильне регулювання переривника збільшує витрату палива на 7...10 %, а робота двигуна з несправною свічкою — на 25...60 %.

Великі втрати виникають при порушенні водієм правил керування автомобілем у русі. Так, застосування бензину з октановим числом, яке не відповідає двигунові, може спричинити прогоряння головок блоків та їхніх прокладок, руйнування і прогоряння поршнів і клапанів, що збільшує витрату палива. При використанні бензину і дизельного палива з вмістом сірки відповідно понад 0,15 і 0,5 % деталі циліндро-поршневої групи спрацьовуються в 3...4 рази швидше і палива витрачається значно більше, ніж при 0,05- і 0,2 %-му вмісті сірки.

Викладене вище підтверджує потребу застосування палива для кожної моделі автомобіля відповідно до вимог інструкцій заводів-виготовлювачів.

До великих втрат палива (до 30 %) призводять: низький коефіцієнт використання пробігу, недостатнє застосування причепів і напівпричепів, недостатнє використання вантажопідйомності і тягових потужностей, зниження частки централізованих перевезень вантажів, експлуатація автомобільного транспорту у важких дорожніх умовах, понаднормативні простой під розвантаженням і навантаженням.



## Контрольні запитання

1. Як впливає на навколишнє середовище експлуатація автотранспортних засобів?
2. Які шкідливі речовини утворюються при експлуатації карбюраторних двигунів?
3. Які шкідливі речовини утворюються при експлуатації дизельних двигунів?
4. Як визначити вміст CO і вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів із бензиновими двигунами?
5. Як регулюють роботу двигуна на холостому ході для зменшення вмісту CO у вихлопних газах двигунів?
6. Як визначити димність дизельних двигунів?
7. Що треба зробити, щоб зменшити вихлоп отруйних речовин в атмосферу дизельними двигунами?
8. Які ресурси споживає автомобільний транспорт?
9. Як класифікують вторинні ресурси і відходи на автомобільному транспорті?
10. Які основні шляхи ресурсозбереження на автомобільному транспорті?
11. Як можна очистити воду після миття автомобілів?
12. Які основні шляхи економії автомобільного палива?

## ДОДАТКИ

### Додаток 1. Основні моделі оцінки надійності з урахуванням граничних станів

| Вид граничного стану, його характеристика, ознака настання | Модель граничного стану | Приклади розрахунку показників надійності | Рекомендації щодо застосування |
|--|-------------------------|---|--------------------------------|
|--|-------------------------|---|--------------------------------|

**1. Статичне руйнування** — не пов'язане з напруженням раптове зруйнування елемента або контактуючих поверхонь під дією максимальних напружень, які перевищують границю міцності матеріалу

$\sigma_e \geq \sigma_B$ , де  $\sigma_e$  — діюче напруження;  $\sigma_B$  — границя міцності

Імовірність безвідказної роботи елемента протягом його терміну служби, тобто не перевищення діючого напруження  $\sigma_e$ , що описується якоюсь функцією щільності розподілу  $f_e(\sigma_e)$ , границі міцності  $\sigma_B$ , яка описується функцією щільності розподілу  $f_B(\sigma_B)$ :

Використовується при оцінці надійності елементів машин і механізмів, які зазнають дії максимальних статичних і динамічних навантажень в екстремальних експлуатаційних умовах

$$P(\sigma_e < \sigma_B) = \int_{-\infty}^{\infty} f_B(\sigma_B) \left[ \int_{-\infty}^{\sigma_B} f_e \times \right. \\ \left. \times (\sigma_e) d\sigma_e \right] d\sigma_B.$$

У багатьох випадках границя міцності  $\sigma_B$  описується нормальним законом розподілу, щільність якого

Орієнтовний перелік деталей: несучі системи і корпусні деталі, зубчасті з'єднання, валопроводи, елементи підвісок і т. д.

$$f_B(\sigma_B) = \frac{1}{\sqrt{2\pi D\sigma_B}} e^{-\frac{(\sigma_B - \bar{\sigma}_B)^2}{2D\sigma_B}}$$

| Вид граничного стану, його характеристика, ознака настання | Модель граничного стану | Приклади розрахунку показників надійності | Рекомендації щодо застосування |
|--|-------------------------|---|--------------------------------|
|--|-------------------------|---|--------------------------------|

Діючі напруження, що спричиняються максимальними статичними навантаженнями, описуються експоненціальним законом розподілу, щільність якого

$$f_e(\sigma_e) = \frac{e}{\sqrt{D\sigma_e}} e^{-\frac{\sigma_e}{\bar{\sigma}_e}}.$$

У такому разі ймовірність безвідказної роботи

$$P(\sigma_e < \sigma_B) = 1 - \Phi \times \\ \times \left( -\frac{\bar{\sigma}_B}{\sqrt{D\sigma_B}} \right) - \left\{ -\frac{1}{2} \left( 2 \frac{\bar{\sigma}_B}{\sigma_e} - \right. \right. \\ \left. \left. - \frac{D\sigma_B}{D\sigma_e} \right) \left[ 1 - \Phi \times \right. \right. \\ \left. \left. \times \left( -\frac{\bar{\sigma}_B - \frac{D\sigma_B}{\sqrt{D\sigma_e}}}{\sqrt{D\sigma_B}} \right) \right] \right\}.$$

## 2. Втомленість

2.1. *Малоциклова втомленість* — залежне від напрацювання нагромадження пластичних (пружнопластичних) деформацій під дією циклічних напружень, що перевищують границю пропорційності

$$r_f + r_s > 1 \text{ або } \int_i^{N_f} dN/Nf_i + \int_0^{e_f} de/e_f > 1,$$

де  $r_f$  і  $r_s$  — відповідно міри пошкоджень від утомлення та квазістатичні;  $N_f$  — кількість циклів до зруйнування;  $e_f$  — нагромаджена деформація на момент руйнування;  $e_f$  — деформаційна властивість матеріалу

2.2. *Багатоциклова втомленість* — залежне від напрацювання нагромадження пошкоджень від утомлення під дією циклічних експлуатаційних

$$Q > R \text{ або } Q/R > U \text{ або}$$

$$\frac{1}{a_p} \int_{\sigma_{\min}}^{\sigma_{\max}} \frac{dN\sigma}{N(\sigma)} > 1,$$

Діючі напруження  $\sigma_e$ , які спричиняються максимальними динамічними навантаженнями, описуються нормальним законом розподілу і ймовірність безвідказної роботи

$$P(\sigma)_e < \sigma_b = 1 - \Phi\left(-\frac{\sigma_b - \bar{\sigma}_e}{\sqrt{D\sigma_b + D\sigma_e}}\right)$$

Модель нагромадження пошкоджень від втомлення (Менсона — Коффіна)

$$r = \varepsilon_P N_P^{m_P} \geq R_f = \frac{1}{2} \ln(1 - \psi),$$

звідки напрацювання у циклах до зруйнування

$$N_f = [\ln(1 - \psi)/r\varepsilon_P]^{1/m_P},$$

де  $\psi$  — коефіцієнт поперечного звуження матеріалу;  $\varepsilon_P$  — пластична деформація за один цикл;  $m_P$  — показник степеневі залежності. У випадку відомих законів розподілу  $f_\psi(\psi)$  і  $f_e(\varepsilon)$  можна аналітично визначити закон розподілу напрацювання  $f_N(N)$  та його параметри. Функцію ймовірності безвідказної роботи  $P(N)$  визначають за виразом

$$P(N) = 1 - \int_1^{N_f} f_N(N) dN$$

Ресурс

$$T = R/q,$$

де  $R$  і  $q$  визначаються взятими в розрахунку характеристиками і параметрами:  $f(\sigma)$ ,  $a_p$ ,  $m$ ,  $N_0$ ,  $N_1$ ,

Використовується при оцінці надійності елементів машин, що зазнають дії значних за рівнем циклічних навантажень або з кількістю  $N$  не більш як  $10^4 - 10^6$ . Орієнтовний перелік деталей: несучі деталі, зубчасті з'єднання, елементи підвісок, вало-і трубопроводи, роторні системи і т. д.

Використовується при оцінці надійності елементів машин, що зазнають значної кількості циклів дії ( $N > 10^6$ ) змінних напружень.

| Вид граничного стану, його характеристика, ознака настання | Модель граничного стану | Приклади розрахунку показників надійності | Рекомендації щодо застосування |
|--|-------------------------|---|--------------------------------|
|--|-------------------------|---|--------------------------------|

навантажень, яке призводить до поступового руйнування елемента

$$Q = qt;$$

$$q = \frac{N_1}{a_p} \int_{\sigma_{\min}}^{\sigma_{\max}} \sigma^m f(\sigma) d\sigma;$$

$$R = \sigma_{\text{lim}}^m N_0;$$

$$dN_{\Sigma} = N_{\Sigma} f(\sigma) d\sigma,$$

де  $Q$  — міра пошкодження за напрацювання  $t$ ;  $q$  — міра пошкодження за одиницю напрацювання;  $R$  — міра несучої здатності;  $a_p$  — поправочний коефіцієнт, що в багатьох випадках дорівнює одиниці;  $\sigma$  — діюче напруження (діюче навантаження);  $\sigma_{\min}$ ,  $\sigma_{\max}$  — відповідно мінімальне і максимальне напруження, що враховується;  $f(\sigma)$  — щільність імовірності діючих напружень;  $N(\sigma)$  — крива втомленості;  $N_{\Sigma}$  — сумарна кількість навантажуючих циклів до зруйнування;  $N_1$  — кількість циклів за одини-

$$\sigma_{\text{lim}}, \sigma_{\text{min}}, \sigma_{\text{max}}.$$

Імовірність безвідказної роботи за напрацювання  $t$

$$P(t) = P(Q > R)$$

визначається за залежностями моделей статичного руйнування підставленням  $Q$  замість  $\sigma_e$  і  $R$  замість  $\sigma_B$

Орієнтовний перелік деталей: зубчасті з'єднання, підшипники, валопроводи, елементи підвісок, роторні системи і т. д.

цю напрацювання;  $m$  — показник степеня кривої втомленості;  $N_0$  — база випробувань;  $\sigma_{lim}$  — границя витривалості

3. **Спрацювання** — граничний стан, що об'єднує широкий спектр явищ, які спричиняють механічне, молекулярно-механічне і корозійно-механічне спрацювання

$h(t) > h_{пр}$ ,  
де  $h(t)$  і  $h_{пр}$  — відповідно фактична і гранично допустима величина параметрів спрацювання

1. Якщо за вихідний розподіл беруть розподіл ресурсу, то розподіл часу безвідказної роботи при пошкодженнях, що нагромаджуються, відповідає гамма-розподілу

$$f(t) = \begin{cases} \frac{1}{\Gamma(r)} \lambda^r t^{r-1} e^{-\lambda t}, & t > 0; \\ 0; & t < 0, \end{cases}$$

де  $f(t)$  — щільність розподілу ресурсу;  $\Gamma(r)$  — гамма-функція. Імовірність безвідказної роботи

$$P(t_0) = \int_{t_0}^{\infty} f(t) dt.$$

$\gamma$ -відсоткове напрацювання знаходять із рівняння

$$\gamma/100 = \int_0^{T_\gamma} t^{r-1} e^{-\lambda t} dt.$$

Середнє напрацювання  $\bar{t} = r/\lambda$ .

Параметр  $\lambda$  визначають за номограмами або за значеннями верхньої і нижньої границь напрацювання.

2. Якщо за вихідний розподіл бе-

Застосовують для розрахунку елементів, які працюють в абразивному середовищі, а також для деяких елементів при контактньо-абразивному спрацюванні. Орієнтовний перелік деталей: підшипники ковзання, вали, осі, напрямні, куліси, ланцюгові і зубчасті передачі, поршневі кільця, втулки, лемеші, лапи культиваторів, гусениці, піскомети, фрикціони, шпонкові з'єднання та інші деталі машин. Застосовують у тому разі, коли коефіцієнти варіації швидкості спрацювання не перевищують 0,3

| Вид граничного стану, його характеристика, ознака настання | Модель граничного стану | Приклади розрахунку показників надійності | Рекомендації щодо застосування |
|--|-------------------------|---|--------------------------------|
|--|-------------------------|---|--------------------------------|

руть розподіл швидкості спрацювання, то розподіл часу безвідказної роботи беруть нормальний:

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} (r/\lambda^2)} \times \\ \times \exp \left[ -\frac{\left( \bar{t} - \frac{r}{\lambda} \right)^2}{2 (r/\lambda^2)} \right],$$

де  $\bar{t} = r/\lambda$  — середнє напрацювання;  
 $D_t$  — дисперсія.  
 Імовірність безвідказної роботи

$$P(t_0) = 1 - \int_{t_0}^{\infty} f(t) dt.$$

$\gamma$ -відсоткове напрацювання

$$T_{\gamma} = \frac{r}{\lambda} \left[ 1 - K_{\gamma} \frac{(r/\lambda^2)^2}{r/\lambda} \right],$$

де  $K_{\gamma}$  — квантиль нормального розподілу рівня  $\gamma$ .

Середнє напрацювання  $\bar{t} = r/\lambda$ .

4. Старіння характеризує процес зміни фізико-механічних властивостей матеріалів у часі в умовах відносного зберігання й експлуатації

$$x(t) \geq x_{\text{пр}},$$

де  $x(t)$  і  $x_{\text{пр}}$  — відповідно фактична і гранично допустима величина механічного, електричного, теплового параметрів або характеристик властивостей полімеру

Середній термін служби матеріалу  $\tau$

$$\lg \tau = W/T + G,$$

де  $W = F_0/R$  — енергія активації;  $R$  — тепловий опір;  $T$  — температура;  $G$  — стала величина.

Використовується для елементів і деталей із металів, полімерів, діелектриків і напівпровідників

Граничний стан діелектрика пов'язаний із допустимою напругою  $E$  і температурою  $T$ . Середній термін служби діелектрика

Для елементів, які працюють у повітряних, водних та інших агресивних середовищах

$$\tau = cE^{-m} \exp\left(\frac{\Delta W}{T}\right),$$

де  $c$ ,  $m$ ,  $\Delta W$ ,  $K$  — параметри, сталі для цього діелектрика. Імовірність безвідказної роботи за час  $T_p$

$$P(T_p) = \exp\left[-\int_0^{T_p} \lambda(t) dt\right],$$

$$\lambda(t) = K_i t^b,$$

де  $K_i$  і  $b$  — емпіричні величини, які враховують вплив виду середовища, матеріалу елемента та ін.



*Додаток 2. Рекомендації щодо вибору виду функцій розподілу при орієнтовних розрахунках*

| Вид функцій розподілу (щільності ймовірності) | Умови застосування  |
|---|---|
| 1. Експоненціальний                           | Для складних технічних систем   |
| 2. Гауссовський                               | У тому разі, коли основною руйнівною дією є спрацювання з коефіцієнтом варіації $\leq 0,3$                        |
| 3. Логарифмічно нормальний                    | У випадку, коли основним видом руйнування є втоменість, зумовлена періодичним процесом навантажування             |
| 4. Гамма-розподіл                             | Для технічних систем з невідновлюваними елементами і з експоненціальними розподілами їхніх напрацювань до відказу |
| 5. Вейбулла                                   | Для апроксимації розподілів напрацювань у часі відновлення виробів, що не задовольняють вимог пп. 1...4           |
| 6. Дифузійний монотонний                      | Для деталей, у яких є деградаційні монотонні процеси руйнування   |
| 7. Дифузійний немонотонний                    | Для деталей і вузлів, у яких є деградаційні немонотонні процеси руйнування  |

*Примітка.* Деградаційні процеси являють собою композицію різних процесів руйнування.

Додаток 3. Вирази для розрахунку показників надійності за відомими функціями розподілу

| Закон розподілу з щільністю $f(t)$   | Вираз для розрахунку   |   |  |   |   |
|--|--|---|--|---|---|
|  | середнього напрацювання до відказу (середніх ресурсу, терміну служби, терміну збереженості, часу відновлення) $T_{cp}$ , $(T_p, T_{сл}, T_z, T_ч)$ | $\gamma$ -відсоткового напрацювання ( $\gamma$ -відсоткових ресурсу, терміну служби і терміну збереженості) $T_\gamma$ ( $T_{p\gamma}, T_{сл\gamma}, T_{з\gamma}$ ) | імовірності безвідказної роботи $P(t)$   | інтенсивності відказу $\lambda(t)$  | імовірності відновлення за заданий час $t$ $P_B(t)$ |
| <b>1. Експоненціальний</b><br>$f(t) = \lambda e^{-\lambda t}$ ,<br>де $\lambda$ — параметр розподілу; $\lambda > 0$  | $1/\lambda$  | $\frac{1}{\lambda} \left( -\ln \frac{\gamma}{100} \right)$  | $e^{-\lambda t}$                         | $\lambda$   | $1 - e^{-\lambda t}$                                |
| <b>2. Вейбулла</b><br>$f(t) = \frac{b}{a} \left( \frac{t}{a} \right)^{b-1} \times e^{-\left(\frac{t}{a}\right)^b}$ ,<br>де $a$ і $b$ — параметри розподілу; $a > 0$ ; $b > 0$                        | $a \Gamma \left( 1 + \frac{1}{b} \right)$  | $a \left( -\ln \frac{\gamma}{100} \right)^{1/b}$  | $e^{-\left(\frac{t}{a}\right)^b}$        | $\frac{b}{a^b} t^{b-1}$   | $1 - e^{-\left(\frac{t}{a}\right)^b}$               |
| <b>3. Нормальний</b><br>$f(t) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \times e^{-\frac{(t-a)^2}{2\sigma^2}}$ ,<br>де $a$ і $\sigma$ — параметри розподілу; $a > 0$ ; $\sigma > 0$ ; $\frac{\sigma}{a} < 0,25$ | $a$  | $a \left[ 1 - K_\gamma \frac{\sigma}{a} \right]$ ,<br>де $K_\gamma$ — квантиль нормального розподілу за рівнем $\gamma$ ;<br>$\Phi(K_\gamma) = \gamma$              | $\Phi \left( \frac{a-t}{\sigma} \right)$ | $\frac{1/\sigma f_0 \left( \frac{t-a}{\sigma} \right)}{\Phi \left( \frac{a-t}{\sigma} \right)}$ | $\Phi \left( \frac{t-a}{\sigma} \right)$            |

| Закон розподілу з щільністю $f(t)$ | Вираз для розрахунку   |   |  |                                    |
|------------------------------------|--|---|--|------------------------------------|
|                                    | середнього напруження до відказу (середніх ресурсу, терміну служби, терміну збереженості, часу відновлення) $T_{cp}$ ( $T_p, T_{сл}, T_з, T_ч$ ) | $\gamma$ -відсоткового напруження ( $\gamma$ -відсоткових ресурсу, терміну служби і терміну збереженості) $T_\gamma$ ( $T_{p\gamma}, T_{сл\gamma}, T_{з\gamma}$ ) | імовірності безвідказної роботи $P(t)$ | інтенсивності відказу $\lambda(t)$ |

#### 4. Логарифмічно нормальний

$$f(t) = \frac{1}{t\sigma\sqrt{2\pi}} \times e^{-\frac{(\ln t - a)^2}{2\sigma^2}}$$

де  $a$  і  $\sigma$  — параметри розподілу;  $a > 0$ ;  $\sigma > 0$

$$e^{a + \frac{\sigma^2}{2}} \exp\left[ a \left( 1 - K_\gamma \frac{\sigma}{a} \right) \right] \Phi\left( \frac{a - \ln t}{\sigma} \right) \frac{1/t\sigma f_0\left(\frac{\ln t - a}{\sigma}\right)}{\Phi\left(\frac{a - \ln t}{\sigma}\right)} \Phi\left(\frac{\ln t - a}{\sigma}\right)$$

#### 5. Гамма

$$f(t) = \frac{a^b}{\Gamma(b)} e^{-at} \times t^{b-1}$$

де  $a$  і  $b$  — параметри розподілу;  $a > 0$ ;  $b > 0$

$$b/a \int_0^{T_\gamma} \frac{a^b t^{b-1}}{\Gamma(b)} e^{-at} dt = \int_0^t \frac{a^b x^{b-1} e^{-ax}}{\Gamma(b)} dx = \frac{t^{b-1} e^{-at}}{\int_t^\infty x^{b-1} e^{-ax} dx} = 1 - \int_0^t \frac{a^b x^{b-1} e^{-ax}}{\Gamma(b)} \times dx$$

**6. Дифузійний монотонний**

$$\frac{(1+at) \times \exp \left[ -\frac{(1-at)^2}{2v^2at} \right]}{2vt \sqrt{2\pi at}}$$

де  $a$  і  $v$  — параметри розподілу;  $a > 0$ ;  $v > 0$

**7. Дифузійний немонотонний**

$$\frac{\exp \left[ -\frac{(1-at)^2}{2v^2at} \right]}{vt \sqrt{2\pi at}},$$

де  $a$  і  $v$  — параметри розподілу;  $a > 0$ ;  $v > 0$

$$\frac{1+v^2/2}{a}$$

$1/a$

$$\frac{1}{a} \left[ 1 + K_{\gamma}^2 v^2 / 2 - K_{\gamma} v \left( 1 + \frac{K_{\gamma}^2 v^2}{4} \right)^{\frac{1}{2}} \right]$$

$$\left[ 1 + K_{\gamma}^2 v^2 / 2 - K_{\gamma} v \times \left( 1 + \frac{K_{\gamma}^2 v^2}{4} \right)^{\frac{1}{2}} \right] \frac{1}{a(1+v^2/2)}$$

$$\Phi \left( \frac{1-at}{v \sqrt{at}} \right) \times \exp \left[ -\frac{(1-at)^2}{2v^2at} \right] \times \frac{(1+at) \times \Phi \left( \frac{at-1}{v \sqrt{at}} \right)}{2vt \sqrt{2\pi at} \times \left( \frac{1-at}{v \sqrt{at}} \right)}$$

$$\begin{aligned} & \Phi \left( \frac{1-at}{v \sqrt{at}} \right) - \exp \left[ -\frac{(1-at)^2}{2v^2at} \right] \times \Phi \left( \frac{at-1}{v \sqrt{at}} \right) + \\ & - e^{2/v^2} \Phi \times \frac{vt \sqrt{2\pi at} \times e^{2/v^2} \Phi \times \left( -\frac{ab+1}{v \sqrt{at}} \right)}{vt \sqrt{2\pi at} \times \left( \frac{1-at}{v \sqrt{at}} \right) - e^{2/v^2} \Phi \times \left( -\frac{1+at}{v \sqrt{at}} \right)} \times \left( -\frac{1+at}{v \sqrt{at}} \right) \end{aligned}$$

Додаток 4. Таблиці для оцінки показників надійності  
Таблиця 1. Значення функції ехр ( $-x$ )

| $x$ | 0     | 2     | 4     | 6     | 8     |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0,0 | 1,000 | 0,980 | 0,961 | 0,942 | 0,923 |
| 0,1 | 0,905 | 0,887 | 0,869 | 0,852 | 0,835 |
| 0,2 | 0,819 | 0,803 | 0,787 | 0,771 | 0,756 |
| 0,3 | 0,741 | 0,726 | 0,719 | 0,698 | 0,684 |
| 0,4 | 0,670 | 0,657 | 0,644 | 0,631 | 0,619 |
| 0,5 | 0,607 | 0,595 | 0,583 | 0,571 | 0,560 |
| 0,6 | 0,549 | 0,538 | 0,527 | 0,517 | 0,507 |
| 0,7 | 0,500 | 0,487 | 0,477 | 0,468 | 0,458 |
| 0,8 | 0,449 | 0,440 | 0,432 | 0,423 | 0,415 |
| 0,9 | 0,407 | 0,398 | 0,391 | 0,383 | 0,375 |
| 1,0 | 0,368 | 0,361 | 0,353 | 0,346 | 0,340 |
| 1,1 | 0,333 | 0,326 | 0,320 | 0,314 | 0,307 |
| 1,2 | 0,301 | 0,295 | 0,289 | 0,284 | 0,278 |
| 1,3 | 0,273 | 0,267 | 0,262 | 0,257 | 0,252 |
| 1,4 | 0,247 | 0,242 | 0,237 | 0,232 | 0,228 |
| 1,5 | 0,223 | 0,219 | 0,214 | 0,210 | 0,206 |
| 1,6 | 0,202 | 0,198 | 0,194 | 0,190 | 0,186 |
| 1,7 | 0,183 | 0,179 | 0,176 | 0,172 | 0,169 |
| 1,8 | 0,165 | 0,162 | 0,159 | 0,156 | 0,153 |
| 1,9 | 0,150 | 0,147 | 0,144 | 0,141 | 0,138 |
| 2,0 | 0,135 | 0,133 | 0,130 | 0,128 | 0,125 |
| 2,1 | 0,123 | 0,120 | 0,118 | 0,115 | 0,113 |
| 2,2 | 0,111 | 0,109 | 0,107 | 0,104 | 0,102 |
| 2,3 | 0,100 | 0,098 | 0,096 | 0,094 | 0,093 |
| 2,4 | 0,091 | 0,089 | 0,087 | 0,085 | 0,084 |

Таблиця 2. Значення функції ехр ( $-x^b$ )

| $x$ | $b$   |       |       |       |       |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
|     | 1,2   | 1,4   | 1,6   | 1,8   | 2,0   |
| 0,1 | 0,939 | 0,961 | 0,975 | 0,984 | 0,990 |
| 0,2 | 0,865 | 0,900 | 0,927 | 0,946 | 0,961 |
| 0,3 | 0,790 | 0,831 | 0,864 | 0,892 | 0,914 |
| 0,4 | 0,717 | 0,758 | 0,794 | 0,825 | 0,852 |
| 0,5 | 0,647 | 0,685 | 0,719 | 0,750 | 0,779 |
| 0,6 | 0,582 | 0,613 | 0,643 | 0,671 | 0,698 |
| 0,7 | 0,521 | 0,545 | 0,568 | 0,591 | 0,613 |
| 0,8 | 0,465 | 0,481 | 0,497 | 0,512 | 0,527 |
| 0,9 | 0,414 | 0,422 | 0,430 | 0,437 | 0,445 |
| 1,0 | 0,368 | 0,368 | 0,368 | 0,368 | 0,368 |
| 1,1 | 0,362 | 0,319 | 0,312 | 0,305 | 0,298 |
| 1,2 | 0,288 | 0,275 | 0,262 | 0,250 | 0,237 |
| 1,3 | 0,254 | 0,236 | 0,218 | 0,201 | 0,185 |
| 1,4 | 0,224 | 0,202 | 0,180 | 0,160 | 0,141 |
| 1,5 | 0,197 | 0,171 | 0,148 | 0,126 | 0,105 |
| 1,6 | 0,172 | 0,145 | 0,120 | 0,097 | 0,077 |
| 1,7 | 0,151 | 0,122 | 0,097 | 0,074 | 0,056 |
| 1,8 | 0,132 | 0,103 | 0,077 | 0,056 | 0,039 |

| $x$ | $b$   |       |       |       |       |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
|     | 1,2   | 1,4   | 1,6   | 1,8   | 2,0   |
| 1,9 | 0,115 | 0,086 | 0,061 | 0,042 | 0,027 |
| 2,0 | 0,101 | 0,071 | 0,048 | 0,031 | 0,018 |
| 2,1 | 0,088 | 0,059 | 0,038 | 0,022 | 0,012 |
| 2,2 | 0,076 | 0,049 | 0,029 | 0,016 | 0,008 |
| 2,3 | 0,066 | 0,040 | 0,023 | 0,011 | 0,005 |
| 2,4 | 0,057 | 0,033 | 0,017 | 0,008 | 0,003 |
| 2,5 | 0,050 | 0,027 | 0,013 | 0,006 | 0,002 |

Таблиця 3. Значення гамма-функції  $\Gamma(x)$ 

| $x$  | $\Gamma(x)$ | $x$  | $\Gamma(x)$ | $x$  | $\Gamma(x)$ | $x$  | $\Gamma(x)$ |
|------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|-------------|
| 1,00 | 1,00000     | 1,25 | 0,90640     | 1,50 | 0,88623     | 1,75 | 0,9196      |
| 1,01 | 0,99433     | 1,26 | 0,90440     | 1,51 | 0,88659     | 1,76 | 0,92137     |
| 1,02 | 0,98884     | 1,27 | 0,90250     | 1,52 | 0,88704     | 1,77 | 0,92376     |
| 1,03 | 0,98355     | 1,28 | 0,90072     | 1,53 | 0,88757     | 1,78 | 0,92623     |
| 1,04 | 0,97844     | 1,29 | 0,89904     | 1,54 | 0,88818     | 1,79 | 0,92877     |
| 1,05 | 0,97350     | 1,30 | 0,89747     | 1,55 | 0,88887     | 1,80 | 0,93138     |
| 1,06 | 0,96874     | 1,31 | 0,89600     | 1,56 | 0,88964     | 1,81 | 0,93408     |
| 1,07 | 0,96415     | 1,32 | 0,89464     | 1,57 | 0,89049     | 1,82 | 0,93685     |
| 1,08 | 0,95973     | 1,33 | 0,89338     | 1,58 | 0,89142     | 1,83 | 0,93969     |
| 1,09 | 0,95546     | 1,34 | 0,89222     | 1,59 | 0,89243     | 1,84 | 0,94261     |
| 1,10 | 0,95135     | 1,35 | 0,89115     | 1,60 | 0,89352     | 1,85 | 0,94561     |
| 1,11 | 0,94740     | 1,36 | 0,89018     | 1,61 | 0,89468     | 1,86 | 0,94869     |
| 1,12 | 0,94359     | 1,37 | 0,88931     | 1,62 | 0,89592     | 1,87 | 0,95184     |
| 1,13 | 0,93993     | 1,38 | 0,88854     | 1,63 | 0,89724     | 1,88 | 0,95507     |
| 1,14 | 0,93642     | 1,39 | 0,88785     | 1,64 | 0,89864     | 1,89 | 0,95838     |
| 1,15 | 0,93304     | 1,40 | 0,88726     | 1,65 | 0,90012     | 1,90 | 0,96177     |
| 1,16 | 0,92980     | 1,41 | 0,88676     | 1,66 | 0,90167     | 1,91 | 0,96523     |
| 1,17 | 0,92670     | 1,42 | 0,88636     | 1,67 | 0,90330     | 1,92 | 0,96877     |
| 1,18 | 0,92373     | 1,43 | 0,88604     | 1,68 | 0,90500     | 1,93 | 0,97240     |
| 1,19 | 0,92089     | 1,44 | 0,88581     | 1,69 | 0,90678     | 1,94 | 0,97610     |
| 1,20 | 0,91817     | 1,45 | 0,88566     | 1,70 | 0,90864     | 1,95 | 0,97988     |
| 1,21 | 0,91558     | 1,46 | 0,88560     | 1,71 | 0,91057     | 1,96 | 0,98374     |
| 1,22 | 0,91311     | 1,47 | 0,88563     | 1,72 | 0,91258     | 1,97 | 0,98768     |
| 1,23 | 0,91075     | 1,48 | 0,88575     | 1,73 | 0,91467     | 1,98 | 0,99171     |
| 1,24 | 0,90852     | 1,49 | 0,88595     | 1,74 | 0,91683     | 1,99 | 0,99581     |
| 1,25 | 0,90640     | 1,50 | 0,88623     | 1,75 | 0,91906     | 2,00 | 1,00000     |

Таблиця 4. Значення функції  $\Phi(x)$   $\Phi(-x) = 1 - \Phi(x)$ 

| $x$ | 0     | 2     | 4     | 6     | 8     |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0,0 | 0,500 | 0,508 | 0,516 | 0,524 | 0,532 |
| 0,1 | 0,540 | 0,548 | 0,556 | 0,564 | 0,571 |
| 0,2 | 0,579 | 0,587 | 0,595 | 0,603 | 0,610 |

| x   | 0     | 2     | 4     | 6     | 8     |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0,3 | 0,618 | 0,626 | 0,633 | 0,641 | 0,648 |
| 0,4 | 0,655 | 0,663 | 0,670 | 0,677 | 0,684 |
| 0,5 | 0,692 | 0,698 | 0,705 | 0,712 | 0,719 |
| 0,6 | 0,726 | 0,732 | 0,739 | 0,745 | 0,752 |
| 0,7 | 0,758 | 0,764 | 0,770 | 0,776 | 0,782 |
| 0,8 | 0,788 | 0,794 | 0,800 | 0,805 | 0,811 |
| 0,9 | 0,816 | 0,821 | 0,826 | 0,832 | 0,836 |
| 1,0 | 0,841 | 0,846 | 0,851 | 0,855 | 0,860 |
| 1,1 | 0,864 | 0,869 | 0,873 | 0,877 | 0,881 |
| 1,2 | 0,885 | 0,889 | 0,892 | 0,896 | 0,900 |
| 1,3 | 0,903 | 0,907 | 0,910 | 0,913 | 0,916 |
| 1,4 | 0,919 | 0,922 | 0,925 | 0,928 | 0,931 |
| 1,5 | 0,933 | 0,936 | 0,938 | 0,941 | 0,943 |
| 1,6 | 0,945 | 0,947 | 0,950 | 0,952 | 0,954 |
| 1,7 | 0,955 | 0,957 | 0,959 | 0,961 | 0,962 |
| 1,8 | 0,964 | 0,966 | 0,967 | 0,969 | 0,970 |
| 1,9 | 0,971 | 0,973 | 0,974 | 0,975 | 0,976 |
| 2,0 | 0,977 | 0,978 | 0,979 | 0,980 | 0,981 |
| 2,1 | 0,982 | 0,983 | 0,984 | 0,985 | 0,985 |
| 2,2 | 0,986 | 0,987 | 0,987 | 0,988 | 0,989 |
| 2,3 | 0,989 | 0,990 | 0,990 | 0,991 | 0,991 |
| 2,4 | 0,992 | 0,992 | 0,993 | 0,993 | 0,993 |

Таблиця 5. Значення щільності ймовірності нормального розподілу

$$f_0(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$$

| x   | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,0 | 0,3989 | 0,3989 | 0,3989 | 0,3988 | 0,3986 | 0,3984 | 0,3982 | 0,3980 | 0,3977 | 0,3973 |
| 0,1 | 0,3970 | 0,3965 | 0,3961 | 0,3956 | 0,3951 | 0,3945 | 0,3939 | 0,3932 | 0,3925 | 0,3918 |
| 0,2 | 0,3910 | 0,3902 | 0,3984 | 0,3885 | 0,3876 | 0,3967 | 0,3857 | 0,3847 | 0,3836 | 0,3825 |
| 0,3 | 0,3814 | 0,3802 | 0,3790 | 0,3778 | 0,3765 | 0,3752 | 0,3739 | 0,3726 | 0,3712 | 0,3697 |
| 0,4 | 0,3683 | 0,3668 | 0,3653 | 0,3637 | 0,3631 | 0,3605 | 0,3689 | 0,3572 | 0,3555 | 0,3538 |
| 0,5 | 0,3521 | 0,3503 | 0,3585 | 0,3467 | 0,3448 | 0,3429 | 0,3410 | 0,3391 | 0,3372 | 0,3392 |
| 0,6 | 0,3332 | 0,3312 | 0,3292 | 0,3271 | 0,3251 | 0,3230 | 0,3209 | 0,3187 | 0,3166 | 0,3144 |
| 0,7 | 0,3123 | 0,3101 | 0,3079 | 0,3056 | 0,3034 | 0,3011 | 0,2989 | 0,2966 | 0,2943 | 0,2920 |
| 0,8 | 0,2897 | 0,2874 | 0,2850 | 0,2827 | 0,2803 | 0,2780 | 0,2756 | 0,2732 | 0,2709 | 0,2685 |
| 0,9 | 0,2661 | 0,2637 | 0,2613 | 0,2589 | 0,2565 | 0,2541 | 0,2516 | 0,2492 | 0,2468 | 0,2444 |
| 1,0 | 0,2420 | 0,2396 | 0,2371 | 0,2347 | 0,2323 | 0,2299 | 0,2245 | 0,2251 | 0,2227 | 0,2203 |
| 1,1 | 0,2179 | 0,2155 | 0,2131 | 0,2107 | 0,2083 | 0,2059 | 0,2036 | 0,2012 | 0,1989 | 0,1965 |
| 1,2 | 0,1942 | 0,1919 | 0,1895 | 0,1872 | 0,1849 | 0,1826 | 0,1804 | 0,1781 | 0,1758 | 0,1736 |
| 1,3 | 0,1714 | 0,1691 | 0,1669 | 0,1647 | 0,1626 | 0,1604 | 0,1582 | 0,1561 | 0,1539 | 0,1518 |
| 1,4 | 0,1497 | 0,1476 | 0,1456 | 0,1435 | 0,1415 | 0,1394 | 0,1374 | 0,1354 | 0,1334 | 0,1315 |
| 1,5 | 0,1295 | 0,1276 | 0,1257 | 0,1238 | 0,1219 | 0,1200 | 0,1182 | 0,1163 | 0,1145 | 0,1127 |
| 1,6 | 0,1103 | 0,1092 | 0,1074 | 0,1057 | 0,1040 | 0,1023 | 0,1005 | 0,0989 | 0,0973 | 0,0957 |
| 1,7 | 0,0940 | 0,0925 | 0,0909 | 0,0893 | 0,0878 | 0,0863 | 0,0848 | 0,0833 | 0,0818 | 0,0804 |

| $x$ | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1,8 | 0,0790 | 0,0775 | 0,0761 | 0,0748 | 0,0734 | 0,0721 | 0,0707 | 0,0694 | 0,0681 | 0,0669 |
| 1,9 | 0,0656 | 0,0644 | 0,0632 | 0,0620 | 0,0608 | 0,0596 | 0,0584 | 0,0573 | 0,0562 | 0,0551 |
| 2,0 | 0,0540 | 0,0529 | 0,0519 | 0,0508 | 0,0498 | 0,0488 | 0,0478 | 0,0468 | 0,0459 | 0,0449 |
| 2,1 | 0,0440 | 0,0431 | 0,0422 | 0,0413 | 0,0404 | 0,0396 | 0,0387 | 0,0379 | 0,0371 | 0,0363 |
| 2,2 | 0,0335 | 0,0347 | 0,0339 | 0,0332 | 0,0325 | 0,0317 | 0,0310 | 0,0303 | 0,0297 | 0,0290 |
| 2,3 | 0,0283 | 0,0277 | 0,0270 | 0,0264 | 0,0258 | 0,0252 | 0,0246 | 0,0241 | 0,0235 | 0,0229 |
| 2,4 | 0,0224 | 0,0219 | 0,0213 | 0,0208 | 0,0203 | 0,0198 | 0,0194 | 0,0189 | 0,0184 | 0,0180 |
| 2,5 | 0,0175 | 0,0171 | 0,0167 | 0,0163 | 0,0158 | 0,0154 | 0,0151 | 0,0147 | 0,0143 | 0,0139 |
| 2,6 | 0,0136 | 0,0132 | 0,0125 | 0,0125 | 0,0122 | 0,0119 | 0,0116 | 0,0113 | 0,0110 | 0,0107 |
| 2,7 | 0,0104 | 0,0101 | 0,0099 | 0,0096 | 0,0093 | 0,0091 | 0,0088 | 0,0086 | 0,0084 | 0,0081 |
| 2,8 | 0,0079 | 0,0077 | 0,0075 | 0,0073 | 0,0071 | 0,0069 | 0,0067 | 0,0065 | 0,0063 | 0,0061 |
| 2,9 | 0,0060 | 0,0058 | 0,0056 | 0,0055 | 0,0053 | 0,0051 | 0,0050 | 0,0048 | 0,0047 | 0,0046 |
| 3,0 | 0,0044 | 0,0043 | 0,0042 | 0,0040 | 0,0039 | 0,0038 | 0,0037 | 0,0036 | 0,0035 | 0,0034 |
| 3,1 | 0,0033 | 0,0032 | 0,0031 | 0,0030 | 0,0029 | 0,0028 | 0,0027 | 0,0026 | 0,0025 | 0,0025 |
| 3,2 | 0,0024 | 0,0023 | 0,0022 | 0,0022 | 0,0021 | 0,0020 | 0,0020 | 0,0019 | 0,0018 | 0,0018 |
| 3,3 | 0,0017 | 0,0017 | 0,0016 | 0,0016 | 0,0015 | 0,0015 | 0,0014 | 0,0014 | 0,0013 | 0,0013 |
| 3,4 | 0,0012 | 0,0012 | 0,0012 | 0,0011 | 0,0011 | 0,0010 | 0,0010 | 0,0010 | 0,0009 | 0,0009 |
| 3,5 | 0,0009 | 0,0008 | 0,0008 | 0,0008 | 0,0008 | 0,0007 | 0,0007 | 0,0007 | 0,0007 | 0,0006 |
| 3,6 | 0,0006 | 0,0006 | 0,0006 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0004 |
| 3,7 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0003 |
| 3,8 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 |
| 3,9 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0001 |

Таблиця 6. Значення  $\ln x$ 

| $x$ | $\ln x$ | $x$ | $\ln x$ | $x$ | $\ln x$ | $x$       | $\ln x$ |
|-----|---------|-----|---------|-----|---------|-----------|---------|
| 1,0 | 0,0000  | 3,4 | 1,2238  | 5,8 | 1,7579  | 8,2       | 2,1041  |
| 1,1 | 0,0953  | 3,5 | 1,2528  | 5,9 | 1,7750  | 8,3       | 2,1153  |
| 1,2 | 0,1823  | 3,6 | 1,2809  | 6,0 | 1,7918  | 8,4       | 2,1282  |
| 1,3 | 0,2624  | 3,7 | 1,3086  | 6,1 | 1,8083  | 8,5       | 2,1401  |
| 1,4 | 0,3365  | 3,8 | 1,3350  | 6,2 | 1,8245  | 8,6       | 2,1518  |
| 1,5 | 0,4055  | 3,9 | 1,3610  | 6,3 | 1,8405  | 8,7       | 2,1633  |
| 1,6 | 0,4700  | 4,0 | 1,3863  | 6,4 | 1,8563  | 8,8       | 2,1748  |
| 1,7 | 0,5306  | 4,1 | 1,4110  | 6,5 | 1,8718  | 8,9       | 2,1861  |
| 1,8 | 0,5878  | 4,2 | 1,4351  | 6,6 | 1,6671  | 9,0       | 2,1972  |
| 1,9 | 0,6419  | 4,3 | 1,4586  | 6,7 | 1,9021  | 9,1       | 2,2083  |
| 2,0 | 0,6931  | 4,4 | 1,4816  | 6,8 | 1,9169  | 9,2       | 2,2192  |
| 2,1 | 0,7419  | 4,5 | 1,5041  | 6,9 | 1,9315  | 9,3       | 2,2300  |
| 2,2 | 0,7885  | 4,6 | 1,5261  | 7,0 | 1,9459  | 9,4       | 2,2407  |
| 2,3 | 0,8329  | 4,7 | 1,5476  | 7,1 | 1,9601  | 9,5       | 2,2513  |
| 2,4 | 0,8755  | 4,8 | 1,5886  | 7,2 | 1,9741  | 9,6       | 2,2618  |
| 2,5 | 0,9163  | 4,9 | 1,5892  | 7,3 | 1,9879  | 9,7       | 2,2721  |
| 2,6 | 0,9555  | 5,0 | 1,6094  | 7,4 | 2,0015  | 9,8       | 2,2824  |
| 2,7 | 0,9933  | 5,1 | 1,6292  | 7,5 | 2,0149  | 9,9       | 2,2925  |
| 2,8 | 1,0296  | 5,2 | 1,6487  | 7,6 | 2,0281  | 10,0      | 2,3026  |
| 2,9 | 1,0647  | 5,3 | 1,6677  | 7,7 | 2,0412  | 100,0     | 4,6052  |
| 3,0 | 1,0986  | 5,4 | 1,6864  | 7,8 | 2,0541  | 10 00,0   | 6,9078  |
| 3,1 | 1,1314  | 5,5 | 1,7047  | 7,9 | 2,0669  | 10 000,0  | 9,2103  |
| 3,2 | 1,1632  | 5,6 | 1,7228  | 8,0 | 2,0794  | 100 000,0 | 11,5129 |
| 3,3 | 1,1939  | 5,7 | 1,7405  | 8,1 | 2,0919  |           |         |





| Назва діагностичного параметру | Висновок |
|--------------------------------|----------|
|--------------------------------|----------|

Питома витрата палива, кг/с:  
   на холостому ходу  
   при швидкості 100 км/год  
 Сумарний кутовий люфт карданної передачі, °  
 Биття карданного вала, мм  
 Сумарний кутовий люфт головної передачі, °  
 Потужність на прокручування ведучих коліс, кВт (к. с.) або ви-  
 біг 50...30 км/год, м  
 Потужність на ведучих колесах ватомобіля, кВт (к. с.)  
 Радіальний люфт у шворневих з'єднаннях, мм:  
   зліва  
   справа  
 Асинхронізм іскроутворювача, °  
 Зазор між втулкою і валом розподільника високої напруги, мм

Додаток 6

(Рекомендований)

19 \_\_\_\_ р.

Нагромаджувальна карта діагностування Д<sub>2</sub> (форма 2)

Модель автомобіля \_\_\_\_\_

Рік випуску \_\_\_\_\_

Гаражний № \_\_\_\_\_

Державний № \_\_\_\_\_

| [Діагностичний параметр | Значення параметру |            | Показання спідометра                   |          |         |
|-------------------------|--------------------|------------|--|----------|---------|
|                         | граничне           | номінальне | дата, км                               | дата, км | і т. д. |
|                         |                    |            |  |          |         |
|                         |                    |            | Значення параметрів при діагностуванні |          |         |

Кут повороту двигуна, що відповідає замкнутому стану затискачів переривача,  
 Початковий кут випередження запалювання, °  
 Кут випередження запалювання, що створюється відцентровим або вакуумним автоматом,  
 Сумарний кут випередження запалювання при 1000 хв<sup>-1</sup>, °  
 Напруга акумуляторної батареї при прокручуванні стартером, В  
 Вторинна електрична напруга, кВ  
 Тиск палива після насоса, кПа  
 Мінімально стійка частота обертання колінчастого вала, с<sup>-1</sup>

| Діагностичний параметр | Значення параметру |            | Показання спідометра                   |          |         |
|------------------------|--------------------|------------|--|----------|---------|
|                        | граничне           | номінальне | Дата, км                               | Дата, км | і в. д. |
|                        |                    |            | Дата, км                               | Дата, км |         |
|                        |                    |            | Значення параметрів при діагностуванні |          |         |

Вміст оксиду вуглецю у відпрацьованих газах, %:

на холостому ходу  
при великій частоті обертання

Сумарний кутовий люфт коробки передач, °:

на другій передачі  
» прямій »

Питома витрата палива, кг/с:

на холостому ходу  
при швидкості 100 км/год

Сумарний кутовий люфт карданної передачі, °

Биття карданного вала, мм

Сумарний кутовий люфт головної передачі, °

Потужність на прокручування ведучих коліс, кВт (к. с.)

(або вибіг 50...30 км/год), м

Потужність на ведучих колесах автомобіля, кВт (к. с.)

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Авдонькин Ф. Н. Теоретические основы технической эксплуатации автомобилей.— М.: Транспорт, 1985.— 215 с.
- Автомобили КамАЗ: Техническое обслуживание и ремонт / В. Н. Барун, Р. А. Азаматов, Е. А. Машков и др.— Транспорт, 1988.— 352 с.
- Говорущенко Н. Я. Автомобильное топливо. Как его экономить.— Харьков: Выща шк. Изд-во при Харьк. ун-те, 1989.— 143 с.
- Говорущенко Н. Я. Техническая эксплуатация автомобилей.— Харьков: Выща шк. Изд-во при Харьк. ун-те, 1984.— 312 с.
- Жегалин О. И., Лупачев П. Д. Снижение токсичности автомобильных двигателей.— М.: Транспорт, 1985.— 120 с.
- Канарчук В. Е. Адаптация материалов к динамическим воздействиям.— К.: Наук. думка, 1986.— 264 с.
- Канарчук В. Е., Чигринец А. Д. Бесконтактная тепловая диагностика машин.— М.: Машиностроение, 1987.— 160 с.
- Кленников Е. В., Мартиров О. А., Крылов М. Ф. Газобаллонные автомобили: Техническая эксплуатация.— М.: Транспорт, 1986.— 175 с.
- Колесник П. А., Шейнин В. А. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей.— М.: Транспорт, 1985.— 325 с.
- Кузнецов Е. С. Управление технической эксплуатацией автомобилей.— М.: Транспорт, 1990.— 272 с.
- Лудченко А. А. Основы технического обслуживания автомобилей.— К.: Выща шк. Головное изд-во, 1987.— 400 с.
- Лудченко А. А., Сова И. П. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей.— К.: Выща шк. Головное изд-во, 1983.— 384 с.
- Лудченко А. А., Сапон Н. С. Техническая диагностика и обслуживание автомобилей в сельском хозяйстве.— К.: Урожай, 1985.— 148 с.
- Могилла В. П. Использование вторичных ресурсов на предприятиях автотранспорта.— К.: Техника, 1988.— 175 с.
- Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта.— М.: Транспорт, 1986.— 72 с.
- Резник Л. Г., Ромалис Г. М., Чарков С. Т. Эффективность использования автомобилей в различных условиях эксплуатации.— М.: Транспорт, 1989.— 223 с.
- Техническое обслуживание, ремонт и хранение автотранспортных средств: В 3 кн.— К.: Выща шк., 1991.— Кн. 1. Теоретические основы. Технология / В. Е. Канарчук, А. А. Лудченко, И. П. Курников, И. А. Луйк.— 359 с.
- Техническая эксплуатация автомобилей / Под ред. Е. С. Кузнецова.— М.: Транспорт, 1991.— 413 с.
- Техническая эксплуатация автомобилей / Под ред. Г. В. Крамаренко.— М.: Транспорт, 1983.— 488 с.
- Тольский В. Е. Виброакустика автомобиля.— М.: Машиностроение, 1988.— 144 с.
- Шумик С. В., Болбас М. М., Петухов Е. И. Основы технической эксплуатации автотранспортных средств.— Минск: Вышэйш. шк., 1988.— 206 с.
- Щетина В. А., Лукинский В. С., Сергеев В. И. Снабжение запасными частями на автомобильном транспорте.— М.: Транспорт, 1988.— 112 с.

|   |    |
|---|----|
| <b>Передмова</b> . . . . .  | 3  |
| <b>Розділ I. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ</b> . . . . .  | 5  |
| <b>Глава 1. Теорія фізико-хімічного старіння автомобілів</b> . . . . .  | 5  |
| 1.1. Загальні поняття про надійність автотранспортних засобів   | 5  |
| 1.2. Ефективність використання і роботоздатність автомобіля . . . . .   | 6  |
| 1.3. Основні види руйнування автотранспортних засобів . . . . .   | 8  |
| 1.4. Вплив основних факторів на зміну технічного стану автомобіля   | 13 |
| 1.5. Класифікація відказів автомобіля . . . . .   | 15 |
| <b>Глава 2. Статистична теорія надійності автотранспортних засобів</b> . . . . .  | 17 |
| 2.1. Інформація про надійність автомобілів та її аналіз . . . . .   | 17 |
| 2.2. Властивості надійності . . . . .   | 25 |
| 2.3. Експлуатаційна технологічність автомобіля . . . . .  | 27 |
| 2.4. Показники надійності . . . . .   | 29 |
| 2.5. Моделі відказів автомобіля . . . . .   | 38 |
| 2.6. Визначення періодичності технічного обслуговування автомобілів . . . . .   | 43 |
| 2.7. Визначення оптимального обмінного фонду . . . . .  | 53 |
| <b>Глава 3. Забезпечення надійності автотранспортних засобів за умов експлуатації</b> . . . . .                             | 55 |
| 3.1. Система технічного обслуговування і ремонту рухомого складу та її місце в автомобільній транспортній системі . . . . . | 55 |
| 3.2. Види технічного обслуговування та їхня техніко-економічна характеристика . . . . .                                     | 60 |
| 3.3. Види ремонту автомобілів та їхня техніко-економічна характеристика . . . . .   | 62 |
| 3.4. Нормативи трудомісткості технічного обслуговування і ремонту рухомого складу автомобільного транспорту . . . . .       | 68 |
| 3.5. Основні напрями дальшого вдосконалювання системи технічного обслуговування і ремонту автомобілів . . . . .             | 75 |
| <b>Глава 4. Технічна діагностика автомобілів</b> . . . . .  | 78 |
| 4.1. Загальні положення . . . . .   | 78 |
| 4.2. Втрата роботоздатності й основні завдання технічної діагностики автомобіля . . . . .                                   | 81 |
| 4.3. Системи діагностування технічного стану автомобіля . . . . .   | 85 |

|  |            |
|--|------------|
| 4.4. Діагностичні моделі, параметри і нормативи . . . . .  | 89         |
| 4.5. Прогнозування технічного стану автомобіля . . . . .   | 94         |
| 4.6. Діагностична інформація в системі керування технічним станом автомобіля . . . . .   | 95         |
| 4.7. Методи і засоби діагностування автомобіля . . . . .   | 97         |
| 4.8. Ефективність діагностування автомобіля і перспективи розвитку технічної діагностики . . . . .   | 107        |
| <b>Розділ II. ТЕХНОЛОГІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ . . . . .</b>   | <b>110</b> |
| <i>Глава 5. Зовнішній догляд за автомобілем . . . . .</i>  | <i>110</i> |
| 5.1. Прибирально-мийні роботи . . . . .  | 110        |
| 5.2. Технічне обслуговування лакофарбових покриттів кузова . . . . .   | 118        |
| 5.3. Технічне обслуговування декоративних деталей . . . . .  | 123        |
| 5.4. Технічне обслуговування скляних деталей автомобіля . . . . .  | 125        |
| 5.5. Запобігання утворенню корозії кузова і крил автомобіля . . . . .  | 129        |
| 5.6. Консервація і пофарбування кузова автомобіля . . . . .  | 132        |
| <i>Глава 6. Загальне діагностування двигуна. Контрольно-діагностичні, регулювальні, кріпильні та інші роботи у кривошипно-шатунному і газорозподільному механізмах двигуна . . . . .</i> | <i>134</i> |
| 6.1. Загальний стан двигуна . . . . .  | 134        |
| 6.2. Кривошипно-шатунний і газорозподільний механізми двигуна . . . . .  | 140        |
| <i>Глава 7. Контрольно-діагностичні, регулювальні, кріпильні та інші роботи в системі охолодження двигуна . . . . .</i>  | <i>156</i> |
| 7.1. Загальні відомості . . . . .  | 156        |
| 7.2. Запобігання утворенню накипу в системі охолодження . . . . .  | 159        |
| 7.3. Запобігання утворенню корозії деталей у системі охолодження . . . . .   | 163        |
| 7.4. Захист системи охолодження від заморожування . . . . .  | 164        |
| <i>Глава 8. Контрольно-діагностичні, регулювальні, кріпильні та інші роботи в системі живлення двигуна . . . . .</i>   | <i>168</i> |
| 8.1. Загальні відомості . . . . .  | 168        |
| 8.2. Загальне діагностування системи живлення . . . . .  | 170        |
| 8.3. Поелементне діагностування системи живлення карбюраторних двигунів . . . . .  | 176        |
| 8.4. Поелементне діагностування системи живлення дизельних двигунів . . . . .  | 181        |
| 8.5. Особливості ТО паливної апаратури двигунів КамАЗ . . . . .  | 185        |
| 8.6. Особливості ТО системи очистки повітря двигунів ЯМЗ . . . . .   | 189        |
| 8.7. Особливості ТО системи живлення газобалонних автомобілів . . . . .  | 192        |
| <i>Глава 9. Контрольно-діагностичні, регулювальні, кріпильні та інші роботи на електроустаткуванні . . . . .</i>   | <i>197</i> |
| 9.1. Загальні відомості . . . . .  | 197        |
| 9.2. Акумуляторні батареї . . . . .  | 198        |
| 9.3. Генераторні установки і реле-регулятори . . . . .   | 208        |
| 9.4. Прилади запалювання . . . . .   | 209        |
| 9.5. Стартер. Прилади освітлення, сигнальні і контрольно-вимірювальні . . . . .  | 213        |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Глава 10. Контрольно-діагностичні, регулювальні, кріпильні та інші роботи на трансмісії автомобіля</b> . . . . .   | 217 |
| 10.1. Зчеплення . . . . .   | 217 |
| 10.2. Карданна передача . . . . .   | 219 |
| 10.3. Коробка передач, роздавальна коробка і ведучий міст . . . . .   | 221 |
| <b>Глава 11. Контрольно-діагностичні, регулювальні, кріпильні та інші роботи в ходовій частині автомобіля</b> . . . . .                                     | 223 |
| 11.1. Рама і підвіска . . . . .   | 223 |
| 11.2. Передній міст . . . . .   | 229 |
| 11.3. Шини . . . . .  | 234 |
| 11.4. Колеса . . . . .  | 242 |
| <b>Глава 12. Контрольно-діагностичні, регулювальні, кріпильні та інші роботи на органах керування автомобіля</b> . . . . .                                  | 245 |
| 12.1. Гальмова система . . . . .  | 245 |
| 12.2. Рульове керування . . . . .   | 257 |
| 12.3. Особливості технічного обслуговування рульового керування автомобілів КамАЗ . . . . .   | 261 |
| <b>Глава 13. Мазильні роботи</b> . . . . .  | 263 |
| 13.1. Загальні положення . . . . .  | 263 |
| 13.2. Технічне обслуговування системи мащення двигунів . . . . .  | 264 |
| 13.3. Особливості технічного обслуговування системи очистки масла двигунів КамАЗ . . . . .  | 269 |
| 13.4. Особливості технічного обслуговування системи очистки масла двигунів ЯМЗ . . . . .  | 271 |
| 13.5. Мазильні роботи механізмів трансмісії, органів керування і ходової частини . . . . .  | 273 |
| <b>Глава 14. Сезонне обслуговування</b> . . . . .   | 274 |
| 14.1. Особливості технічного обслуговування автомобілів у зимових умовах експлуатації . . . . .   | 274 |
| 14.2. Особливості технічного обслуговування автомобілів в умовах жаркого клімату і пустельно-піщаної місцевості . . . . .                                   | 278 |
| <b>Глава 15. Охорона навколишнього середовища від шкідливого впливу автотранспортних засобів і ресурсозбереження на автомобільному транспорті</b> . . . . . | 279 |
| 15.1. Охорона навколишнього середовища . . . . .  | 279 |
| 15.2. Використання вторинних ресурсів . . . . .   | 291 |
| 15.3. Очистка води і повторне її використання . . . . .   | 306 |
| 15.4. Основні шляхи економії автомобільного палива . . . . .  | 314 |
| <b>Додатки</b> : . . . . .  | 321 |
| <b>Список рекомендованої літератури</b> . . . . .   | 338 |

Навчальне видання

---

*КАНАРЧУК Вадим Євгенович*  
*ЛУДЧЕНКО Олександр Артемович*  
*ЧИГРИНЕЦЬ Анатолій Дмитрович*

**ОСНОВИ ТЕХНІЧНОГО  
ОБСЛУГОВУВАННЯ  
І РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ**

У ТРЬОХ КНИГАХ

**КНИГА 1**

**ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ.  
ТЕХНОЛОГІЯ**

Оправа художника  
*В. Г. Самсонова*  
Художній редактор  
*І. Г. Хороший*  
Технічний редактор  
*О. В. Козлітіна*  
Коректор *Т. М. Глушко*

Здано до набору 23.06.93. Підписано  
до друку 09.02.94. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Папір друк. № 2. Гарнітура  
літературна. Високий друк.  
Умовн.-друк. арк. 19,99. Умовн. фарбовідб. 20,22.  
Обл.-вид. арк. 23,50. Вид. № 9727.  
Замовлення 3—1822.

Видавництво «Вища школа»,  
252054, Київ-54, вул. Гоголівська, 7.

Головне підприємство  
виробничого об'єднання «Поліграфкнига»,  
252057, Київ-57, вул. Довженка, 3.



**Канарчук В. Є. та ін.**

**К19** Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. У 3 кн. Кн. 1. Теоретичні основи. Технологія: Підручник / В. Є. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигринець.—К.: Вища шк., 1994.— 342 с.: іл.

ISBN 5-11-003633-0 (кн.1)

ISBN 5-11-003742-6

У першій книжці підручника викладено основи фізико-хімічної теорії старіння автомобілів, статистичної теорії надійності автотранспортних засобів, забезпечення надійності в умовах експлуатації автомобілів. Висвітлено технологію технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів із використанням сучасних засобів і методів технічного діагностування, а також питання охорони навколишнього середовища і ресурсозбереження на автомобільному транспорті.

Для студентів автомобільно-дорожніх інститутів, які вивчають дисципліну «Технічна експлуатація автомобілів».

К 3203030000—071 БЗ—27—30—93  
211—94

ББК 39.33я73