

ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ АВТОМОБІЛІВ І БУДІВЕЛЬНО-ДОРОЖНІХ МАШИН

С.К. ПОЛЯНСЬКИЙ
В.М. КОВАЛЕНКО

10
ПРОФЕСІЙНО-
ТЕХНІЧНА
ЛІТЕРАТУРА

ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ **МАТЕРІАЛИ** ДЛЯ АВТОМОБІЛІВ І БУДІВЕЛЬНО- ДОРОЖНІХ МАШИН

ПІДРУЧНИК

С.К. ПОЛЯНСЬКИЙ
В.М. КОВАЛЕНКО

ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ АВТОМОБІЛІВ І БУДІВЕЛЬНО- ДОРОЖНІХ МАШИН

*Рекомендовано Міністерством освіти
і науки України*

Підручник
для учнів професійно-технічних
навчальних закладів

Київ
“Либідь”
2005

*Розповсюдження та тиражування
без офіційного дозволу видавництва заборонено*

Глави 1—16, 19, 20, додатки написані *С. К. Полянським*;
глави 17, 18 — *С. К. Полянським і В. М. Коваленко*

Рецензенти:

канд. техн. наук, доцент *А. І. Сардак*
(Київська державна академія водного транспорту);

А. С. Онойко
(заступник директора Вищого технічного училища № 3, м. Київ)

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
(лист № 1/11—1541 від 16.04.2003 р.)

Редакція літератури з природничих і технічних наук
Головний редактор *Т. В. Ковтуненко*
Редактори *Т. В. Кацовенко, А. С. Мнишенко*

ВСТУП

З кожним роком автомобілі та будівельно-дорожні машини (БДМ) виробляються усе складнішими, а парк їх стає різноманітнішим. Крім того, парк автомобілів і БДМ поповнюється й іноземними зразками.

У процесі експлуатації та зберігання машин їхні складові одиниці постійно взаємодіють з експлуатаційними матеріалами: паливом, оливами, мастилами, спеціальними рідинами (гідравлічними, охолодними, гальмовими, амортизаторними, пусковими тощо). Від експлуатаційних властивостей зазначених матеріалів та умов їх використання залежить характер цієї взаємодії: прискорюються або сповільнюються зношування та корозія деталей, змінюються витрати експлуатаційних матеріалів, продуктивність і надійність машин, ефективність їхньої роботи.

Частка витрат на паливно-мастильні матеріали становить 15...20 % від загальних затрат на автомобільному транспорті. Тому вдосконалення планування та розробки науково обґрунтованих нормативів витрат палива стає важливим напрямом ресурсозбереження.

З розвитком техніки й двигунобудування збільшується споживання палив, олив, мастил та спеціальних рідин. Як сировину для вироблення палив найширше застосовують природні енергоносії — нафту й газ, що зумовлено передусім їхньою невеликою вартістю, зручністю використання, а також високою теплою згоряння порівняно з іншими видами палив.

Так, питома теплота згоряння нафтового палива становить 42 МДж/кг, а, наприклад, вугілля — приблизно 33, деревини — 19 МДж/кг.

Нафта й газ належать до невідновлюваних природних ресурсів. На жаль, під час видобування нафти більш як половина її залишається в надрах землі. Нові родовища нафти й газу розташовані у важкодоступних місцях, тому для їх розробки й експлуатації свердловин доводиться залучати величезні матеріальні та людські ресурси.

За прогнозом у перші 20—30 років XXI ст. нафта й газ залишатимуться основними джерелами палив, олив і мастил для двигунів та сировиною для хімічної промисловості.

До заміників нафтових рідких палив належать вуглеводні газоподібні (метан, пропан-бутан), спирти (етанол, метанол), ефіри, водень, що можуть використовуватися і самостійно, і як домішки до рідкого нафтового палива.

Рідкі палива виробляють також із вугілля, сланців, торфу тощо, проте застосування цих палив найближчим часом малоімовірне, оскільки вартість їх велика, а якість, порівняно з нафтовими, — гірша.

Не дістануть поширення й електромобілі: вартість виготовлення акумуляторних батарей (кислотних і лужних) велика, а їхня енергоємність мала, й, крім того, вони потребують регулярного підзаряджання. Отже, поки що на першому місці серед енергоносіїв залишаються нафта і газ.

Для задоволення потреб України в паливно-мастильних матеріалах (ПММ) потрібно 50...60 млн т нафти й газу, а щороку видобувається приблизно 4 млн т нафти та газу. Ось чому раціональне використання паливно-мастильних матеріалів, економія паливно-енергетичних ресурсів, пошук нових джерел енергії — завдання державної ваги.

Для забезпечення високої економічної роботи автомобільного транспорту і будівельно-дорожніх машин необхідні високоякісні паливно-мастильні матеріали і технічні рідини, але з оптимальними показниками експлуатаційних властивостей.

Необхідність оптимізації вибору якості паливно-мастильних матеріалів диктується тим, що не завжди високі показники деяких експлуатаційних властивостей забезпечують зменшення витрат ПММ і поліпшення безвідмовності та довговічності роботи техніки. Наприклад, підвищення октанового числа бензину за рахунок додання ароматичних вуглеводів спричинює неповне згоряння палива і як наслідок — нагароутворення та збільшення токсичності відпрацьованих газів, а синтетичні оливи не слід використовувати в нефорсованих або середньофорсованих двигунах. Тому для раціонального використання ПММ необхідно знати їхні експлуатаційні властивості, а також уміти визначати їхню якість в умовах експлуатації.

Глава 1

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО НАФТУ І НАФТОПРОДУКТИ

§ 1.1

Коротко про енергоносії

Нафта відома людству з найдавніших часів. Понад 2 тис. років тому нафту почали використовувати в будівництві, військовій справі, в медицині, для освітлення житла і маяків.

В Україні нафта була виявлена в копаних колодязях і грязьових вулканах на Керченському півострові ще в III ст. до н. е., а в XVIII ст. в Галичині було відомо про «скельну олію», тобто нафту.

Свою назву нафта дістала від індійського слова «нафата» (яка просмоктується, втіає), або індійського *neft* — нафта.

Нафта — це в'язка, горюча й масляниста рідина від темно-бурого до світло-жовтого кольору з характерним запахом. Вона є сумішшю вуглеводнів (парафінових, нафтоєнових і ароматичних), в якій розчинені газоподібні та тверді вуглеводні. В незначних кількостях нафта містить сірчані й азотні сполуки, органічні кислоти та інші хімічні сполуки (табл. 1.1).

Нині якість нафти регламентується чинними стандартами та технічними умовами:

- ГОСТ 9965—76 «Нефть для нефтеперерабатывающих предприятий»;
- ТУ 39-1435—89 «Нефть для транспортирования потребителям»;
- ТУ 39-1623—93 «Нефть российская, поставляемая на экспорт».

Залежно від ступеня підготовки, згідно з ГОСТ 9965—76, встановлено три групи нафти (I, II і III), які мають відповідати нормам (табл. 1.2).

Таблиця 1.1

Показники вмісту фракцій вуглеводнів

Країна	Розміщення нафтових родовищ	Вміст вуглеводневих фракцій, %		
		парафінових	нафтових	ароматичних
Україна	Прикарпаття	47...49	26...35	18...25
	Дніпровсько-Донецька западина	28...66	22...53	12...33
Росія	Куйбишевська область	58...81	8...27	5...20
	Ставропольський край	51...65	20...37	12...15
Азербайджан	Материк	28...56	39...68	2...17
	Море	35...56	27...60	1...20
Білорусь	—	60...71	13...27	11...21
Литва	—	73...74	22...23	4...5

Таблиця 1.2

Фізико-хімічні показники нафт за ГОСТ 9965—76

Показник	Норма для групи		
	I	II	III
Концентрація хлористих солей, мг/дм ³ (не більше)	100	300	900
Масова частка механічних домішок, % (не більше)	0,05	0,05	0,05
Масова частка води, % (не більше)	0,5	1,0	1,0

Залежно від масової частки сірки (%) нафта за ГОСТ 9965—76 поділяється на три класи:

1 — малосірчисті (сірки до 0,6 %);

2 — сірчисті (сірки від 0,61 до 1,8 %);

3 — високосірчисті (більше 1,8 %).

Залежно від густини (кг/м³) при 20 °С кожний клас нафти за ГОСТ 9965—76 поділяється на три типи:

1 — легкі (до 850 кг/м³);

2 — середні (від 851 до 885 кг/м³);

3 — важкі (більше 885 кг/м³).

Умовне позначення нафт складається послідовно з трьох цифр, які відповідають класу, типу та групі.

Наприклад, нафту з масовою часткою сірки 0,96 % (клас 2), густиною 842,6 кг/м³ (тип 1), концентрацією хлористих солей 72 мг/дм³ та масовою часткою води 0,3 % (група I), що відповідає нафті Самотлорського родовища, позначають як 2.1.I.

ГОСТ 9965—76 не поширюється на нафти, які є унікальними за фізико-хімічним складом, наприклад: Мангишлацька (має високий вміст парафіну), Тенгизька (містить сірководень, меркаптан і велику кількість світлих фракцій), Ярецька (шахтного особливо важкого добування) тощо.

Згідно з нормами за ТУ 39-1435—89 нафти мають відповідати показникам ступеня підготовки за групами (IA, I, II, III) (табл. 1.3).

Таблиця 1.3

Фізико-хімічні показники нафт за ТУ 39-1435—89

Показник	Норма для групи			
	IA*	I	II	III
Концентрація хлористих солей, мг/дм ³ (не більше)	40	100	300	900
Масова частка води, % (не більше)	0,5	0,5	1,0	1,0

Залежно від масової частки сірки та густини при 20 °С нафти за ТУ 39-1435—89 поділяються на класи та групи згідно з ГОСТ 9965—76. Умовне позначення нафти за ТУ 39-1435—89 складається послідовно з трьох цифр.

За фізико-хімічними властивостями нафти за ТУ 39-1623—93 поділяються на чотири типи (табл. 1.4), а за ступенем підготовки — на три групи (табл. 1.5).

Якщо нафта за деякими показниками відповідає вищому типові або групі (позначені в табл. 1.3...1.5 знаком * і хоча б за одним показником — нижчому типу або групі, її відносять до нижчого типу і групи.

Таблиця 1.4

Фізико-хімічні показники нафт за ТУ 39-1623—93 при поділі на типи

Показник	Норма для типу			
	1*	2	3	4
Густина при 20 °С, кг/м ³ (не більше)	850	870	890	895
Вихід фракцій, об. % (не менше) за температури, °С:				
до 200	25	21	21	19
до 300	45	43	41	35
до 350	55	53	50	48
Масова частка сірки, % (не більше)	0,6	1,8	2,5	3,5
Масова частка парафіну, % (не більше)	6	6	6	Не нормується

Таблиця 1.5

Фізико-хімічні показники нафт за ТУ 39-1623—93 при поділі на групи

Показник	Норма для групи		
	1*	2	3
Концентрація хлористих солей, мг/дм ³ (не більше)	100	300	900
Масова частка води, % (не більше)	0,5	1,0	1,0
Масова частка механічних домішок, % (не більше)	0,05	0,05	0,05

Нафтодобувна промисловість України налічує більш як 130-річну історію і є однією з найстаріших не тільки в Європі, а й в усьому світі. Добування нафти в Україні почалося в 1771 р. на Коломиївщині.

Буріння перших свердловин ударним способом у м. Бориславі в 1886 р. дало початок бурхливому зростанню видобутку нафти, який уже того самого року становив 37,7 тис. т.

Після Великої Вітчизняної війни відкриття Дніпровсько-Донецької западини стимулювало бурхливе освоєння нафтогазових родовищ. Вже в 1972 р. в Україні було видобуто 14,4 млн т нафти.

Сьогодні в Україні існує три нафтогазоносні регіони: Східний (Дніпровсько-Донецький), Західний (Карпатський) і Південний (Причорноморсько-Кримський), в яких відкрито 302 родовища нафти й газу, з них 26 великих і 30 середніх.

Недорозвинені ресурси нафти з конденсатом становлять більш як 1 млрд т і є ресурсною базою геологорозвідувальних робіт у найближчі роки.

Нині в Україні нафту переробляють на шести нафтопереробних заводах (НПЗ): Дрогобицькому, Надвірнянському, Одеському, Херсонському, Кременчуцькому та Лисичанському.

§ 1.2 Хімічний склад нафти й властивості нафтопродуктів

Нафта — це густа масляниста рідина зі специфічним запахом, від чорного до бурого кольору, іноді з червонуватим, зеленуватим, оранжевим відтінком (зазвичай темно-бура), що становить складну суміш парафінових, нафтових і ароматичних вуглеводнів. Вміст вуглецю — приблизно 82..87 %, водню — 11,5...14,5 %. Як домішки (4...5 %) в нафті є сполуки, що містять кисень (переважно нафтові кислоти), сірку й азот, смолисті речовини й асфальтени.

Елементний склад нафти залежить від місця її добування. Наприклад, кавказькі нафти малосірчисті (сірки до 0,05 %), а сибірські — навпаки, сірчисті (понад 0,5 %).

Фізичні й хімічні властивості нафти окремих родовищ (див. табл. 1.1) також різняться. Це пояснюється тим, що атоми вуглецю й водню здатні сполучатися між собою в найрізноманітніших комбінаціях і формах. Саме від будови вуглеводнів, які входять до складу нафти, залежать властивості нафтопродуктів, що виробляються.

Число атомів вуглецю в молекулах вуглеводнів коливається від 1 до 70. У звичайних умовах вуглеводні, в молекулах яких міститься від 1 до 4 атомів вуглецю, є газами. Бензин і дизельне паливо містять молекули вуглеводнів з 5...20 атомами вуглецю, моторні оливи — з 20...70 атомами вуглецю.

Паливо й оливи, що виробляються з нафти, є дуже складною сумішшю різних класів вуглеводнів та їхніх похідних. У невеликій кількості в них можуть міститися насичені та ненасичені вуглеводні, сірчисті, кисневі й азотисті речовини.

Насичені вуглеводні можуть бути ланцюгової (парафінові — алкани), а також кільцевої (нафтенові) будови, наприклад циклогексан. Крім них, є вуглеводні з подвійним зв'язком у кільці (ароматичні), наприклад бензол.

Вуглеводні з нормальною ланцюговою структурою називаються нормальними і позначаються літерою Н (наприклад, *n*-парафіни), а з розгалуженою — ізомерними і позначаються префіксом «ізо-» (наприклад, ізооктан).

Спільним для них є хімічна стабільність за нормальних умов (температура, тиск). Ці вуглеводні не можуть приєднувати інших молекул, але для них характерні реакції заміщення.

У процесі переробки нафти майже завжди утворюються *ненасичені* (неграничні) *вуглеводні* (алкени, олефіни), наприклад бутен, бутадієн. Ці сполуки дуже нестійкі, їм притаманні реакції приєднання. Вони легко окиснюються, утворюючи смоли, органічні кислоти тощо.

Ненасичені вуглеводні схильні також до реакції приєднання та конденсації, внаслідок яких у нафтопродуктах, особливо в паливі, накопичуються смолисто-асфальтенові сполуки, що різко погіршують їхні властивості.

Отже, ненасичені вуглеводні небажані в усіх нафтопродуктах, їх зазвичай видаляють під час очищення в процесі добування.

Назва сполук	Вплив на експлуатаційні властивості ПММ
Насичені вуглеводні: парафіни	Парафінові вуглеводні мають найвищу масову теплоту згоряння серед усіх класів вуглеводнів, бо вони містять найбільшу кількість вуглеводних атомів. Парафінові вуглеводні з лінійною структурою називаються нормальними (<i>n</i>-парафіни). За нормальних умов парафінові вуглеводні хімічно стабільні, тому палива та оливи, які містять велику кількість парафінів, стабільні при зберіганні. Але за високих температур вони менш стійкі до окиснення і є небажаними компонентами бензинів, бо мають погані антидетонаційні властивості. У дизельних паливах <i>n</i>-парафінові вуглеводні поліпшують цетанові числа, і як наслідок — самозапалення. Проте вони погіршують низькотемпературні властивості. У оливних фракціях <i>n</i>-парафінові вуглеводні поліпшують в'язкотемпературні властивості, але погіршують низькотемпературні. Ізопарафінові вуглеводні мають вищі октанові числа (90 і більше) і кращі низькотемпературні властивості.
нафтени	Займають проміжне положення між парафінами й ароматичними вуглеводнями, а тому задовільно працюють як у бензині, так і в дизельному паливі. Є основними в складі зимових сортів дизельного палива, оскільки мають низьку температуру застигання. Маючи високу хімічну стабільність, добрі в'язкісні й низькотемпературні властивості, вони є основною частиною моторних олив.
Ароматичні вуглеводні (арени)	Ароматичні вуглеводні мають високу хімічну і термічну стабільність. Це похідні бензолу (ксилоли, нафталін тощо). Тому мають високі октанові числа (100 і більше) і є необхідними компонентами бензинів, але підвищену здатність до утворення нагарів і лаків. Отже, їх має бути не більш як 40...45 %. Вміст їх у дизельному паливі й мастильних матеріалах небажаний. У паливі вони швидко окиснюються, спричиняючи жорстку роботу двигуна, а в оливі

	призводять до підвищеного нагароутворення. У разі зниження температури дуже підвищують в'язкість. Обмежено використовуються в мастильних матеріалах. Низькомолекулярні арени (бензол та його похідні) є основною частиною авіаційних та автомобільних бензинів.
Ненасичені вуглеводні (алкени, олефіни)	Погіршують властивості будь-якого нафтопродукту, небажані ні в паливі, ні в оливах. Із них виготовляють широкий асортимент синтетичних палив та олив
Сірчисті сполуки: активні (елементарна сірка, сірководень, меркаптани)	Сприяють сильну корозію металів, погіршують властивості ПММ
неактивні	Нейтральні речовини. В нормальних умовах не спричиняють корозію металів, однак у разі повного згоряння в двигуні обов'язково утворюють сірчані та сірчисті ангідриди, а в поєднанні з водою — сірчану й сірчисту кислоти
Кисневі сполуки (органічні кислоти)	Добре розчинні в нафтопродуктах і практично нерозчинні у воді. Спричиняють корозію деталей системи живлення двигуна. Крім того, утворюються солі нафтових кислот, присутність яких у край небажана
Смолисто-асфальтенові речовини (смоли, асфальтени тощо)	Вміст у свіжих оливах недопустимий. Повністю видаляються в процесі очищення нафтопродуктів
Нейтральні смоли	Дуже нестійкі й погано випарювані речовини. Знижують температуру випаровування палив, спричиняють посилене нагароутворення, пригорання кілець тощо
Азотисті сполуки	Істотно не впливають на властивості ПММ

§ 1.3

Основні властивості й показники якості паливно-мастильних матеріалів

Серед численних властивостей, на яких ґрунтується оцінка якості ПММ, найважливішими є ті, що виявляються під час експлуатації техніки, тобто в складних умовах взаємодії фізико-хімічних процесів та явищ. До них належать фізико-хімічні, експлуатаційні та екологічні властивості.

Фізико-хімічні властивості ПММ визначаються різними методами в лабораторних умовах і характеризуються багатьма показниками (густина, в'язкість, теплота згоряння, теплопровідність, питома електрична провідність і т. д.).

Експлуатаційні властивості ПММ виявляються в процесі їх виробництва, транспортування, зберігання, випробування й застосування в двигунах внутрішнього згоряння, механізмах та системах будівельно-дорожніх машин (БДМ).

До цих властивостей належать: прокачуваність, випарність, займистість, горючість, схильність до утворення відкладень, сумісність із матеріалами, токсичність, збережуваність, захисні, протиспрацьовувальні, охолодні властивості.

Екологічні властивості ПММ виявляються в процесі взаємодії їх із навколишнім середовищем у широкому розумінні, а саме: під час контактування із засобами механізації в умовах зберігання, транспортування, перекачування та фільтрування; в разі контактування з атмосферою, водою, людиною, тваринним і рослинним світом. До показників, що характеризують екологічні властивості ПММ, належать: гранично допустимі концентрації в робочій зоні, в атмосфері, воді, вміст шкідливих речовин у продуктах згоряння, пожежонебезпечність тощо.

Від якості використовуваних ПММ залежить надійність двигуна та машини в цілому, а отже й витрати на їх обслуговування та ремонт. Знання властивостей ПММ та вміння правильно застосовувати їх зумовлюють ефективність експлуатації автомобілів, тракторів, БДМ та рентабельність експлуатаційних організацій.

Розглянемо деякі основні показники, що характеризують фізико-хімічні властивості ПММ, а експлуатаційні та екологічні властивості буде висвітлено під час викладу матеріалу про палива, оливи і мастила.

Густина ρ — це фізична величина, що визначається відношенням маси речовини до її об'єму.

Одиниця густини (в СІ) — кілограм на кубічний метр (кг/м^3).

Густина палива залежить від температури (чим вища температура, тим менша густина). Її визначають за допомогою ореометра, гідростатичних вагів та пінкнометра.

В'язкість — це прояв внутрішньомолекулярного тертя, тобто той опір, який чинять частинки рідини їх взаємному переміщенню під дією зовнішньої сили.

Для роботи бензинових двигунів в'язкість бензину не має практичного значення, оскільки вона невелика. На роботу дизеля в'язкість палива впливає істотно: як її зменшення, так і збільшення спричиняють неполадки в двигуні.

В'язкість буває абсолютною, коли оцінюються внутрішні властивості рідини, та умовною. Абсолютна в'язкість поділяється на динамічну, кінематичну та умовну.

Динамічна в'язкість η — коефіцієнт внутрішнього тертя — виражається в паскаль-секундах ($\text{Па} \cdot \text{с}$).

Це той опір, який чинять взаємному переміщенню частинки, якщо два паралельних шари рідини площею в 1 м^2 , розташовані на відстані 1 м один від одного за нормаллю, переміщаються зі швидкістю 1 м/с під дією зовнішньої сили в 1 Н (рис. 1. 1):

$$\eta = 1 \text{ Н} \cdot \text{с/м}^2 = 1 \text{ Па} \cdot \text{с}.$$

Динамічну в'язкість вимірюють капілярним або ротаційним віскозиметром.

Оцінюючи властивості ПММ, як правило, розглядають *кінематичну в'язкість* ν — питомий коефіцієнт внутрішнього тертя.

Кінематична в'язкість ν дорівнює відношенню динамічної в'язкості η до густини ρ :

$$\nu = \frac{\eta}{\rho}.$$

Одиниця кінематичної в'язкості квадратний метр на секунду ($\text{м}^2/\text{с}$) на практиці $\text{мм}^2/\text{с}$, оскільки стара одиниця кінематичної в'язкості сантистокс (сСт), а $1 \text{ сСт} = 1 \text{ мм}^2/\text{с}$.

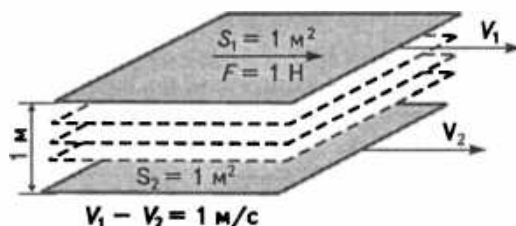


Рис. 1.1.
Схема взаємного зміщення рідини
при визначенні динамічної в'язкості

Простих експериментальних методів визначення динамічної та кінематичної в'язкості немає. Ці величини оцінюють через умовну в'язкість, яку потім переводять в абсолютні значення.

Умовна в'язкість (ВУ) — безрозмірна величина, яка показує, в скільки разів в'язкість нафтопродукту за температури вимірювання більша чи менша від в'язкості води за температури 20 °С. Умовну в'язкість виражають в умовних градусах (°ВУ), які відповідають градусам Енглера.

Умовну в'язкість вимірюють за допомогою віскозиметра, принцип дії якого ґрунтується на реєстрації часу витікання певного об'єму рідини крізь калібрований отвір діаметром 2...3 мм, і відносять її до в'язкості дистильованої води ($ВУ = t/t_w$, де t і t_w — час витікання 200 см³ рідини, яка випробовується при заданій температурі, та дистильованої води за температури 20 °С відповідно).

Для визначення кінематичної в'язкості за умовною використовують вираз

$$\nu = 0,073 ВУ = \frac{0,63}{ВУ}. \quad (1.2)$$

Поверхневий натяг рідини — це характеристика сил міжмолекулярної взаємодії. Одиниця поверхневого натягу (в СІ) — ньютон на метр (Н/м).

Ньютон на метр дорівнює поверхневому натягу рідини, утвореному силою в 1 Н, що прикладена до ділянки контура вільної поверхні завдовжки 1 м і діє нормально до контура й по дотичній до поверхні.

Теплота згоряння Q — це кількість теплоти, що виділяється під час повного згоряння палива (твердого, рідкого або газоподібного). Одиниця теплоти згоряння в СІ — джоуль (Дж).

Розрізняють вищу, нижчу питому та об'ємну теплоту згоряння.

Вища теплота згоряння — це кількість теплоти, що утворюється при згорянні 1 кг палива, з урахуванням тепла, котре виникає за конденсації парів води.

Нижча теплота згоряння — це кількість теплоти, що менша за вищу теплоту, котра витрачається на випаровування води, яка виникає при спалюванні палива.

Питома теплота згоряння — це кількість теплоти, що виділяється під час згоряння 1 кг рідкого й твердого палива. Найбільшу питому теплоту згоряння має водень — 121 100 кДж/кг; для вуглецю $Q = 34\,100$ кДж/кг.

Об'ємна теплота згоряння — це кількість теплоти, що виділяється під час згоряння 1 м³ газоподібного палива. Вона зростає від парафінових вуглеводнів до нафтових та ароматичних у зв'язку зі збільшенням їхньої густини.

Теплопровідність — це теплообмін, за якого перенесення енергії у формі теплоти в нерівномірно нагрітому середовищі має атомно-молекулярний характер. Коефіцієнт теплопровідності λ — це фізична величина, що характеризує інтенсивність процесу теплопровідності в речовині.

Одиниця теплопровідності в СІ — Ват на метр-кельвін [Вт/(м · К)].

§ 1.4 Сучасні методи вироблення палив та олив

Первинна переробка нафти. Процес вироблення палив та олив ґрунтується на тому, що вуглеводні, які входять до складу нафти, мають різноманітні фізичні й хімічні властивості, в тому числі різні температури кипіння. Останню особливість і покладено в основу первинної переробки нафти — *прямої перегонки*, тобто розділення нафти на окремі частини, або фракції, нагріванням, у результаті чого утворюється парова фаза, що відрізняється за складом від рідини. При цьому вуглеводневий хімічний склад не змінюється.

Перегоною нафти одержують бензин, літроїн, газ, дизельне паливо тощо. Залишок після перегонки — це мазут (рис. 1.2 та 1.3).

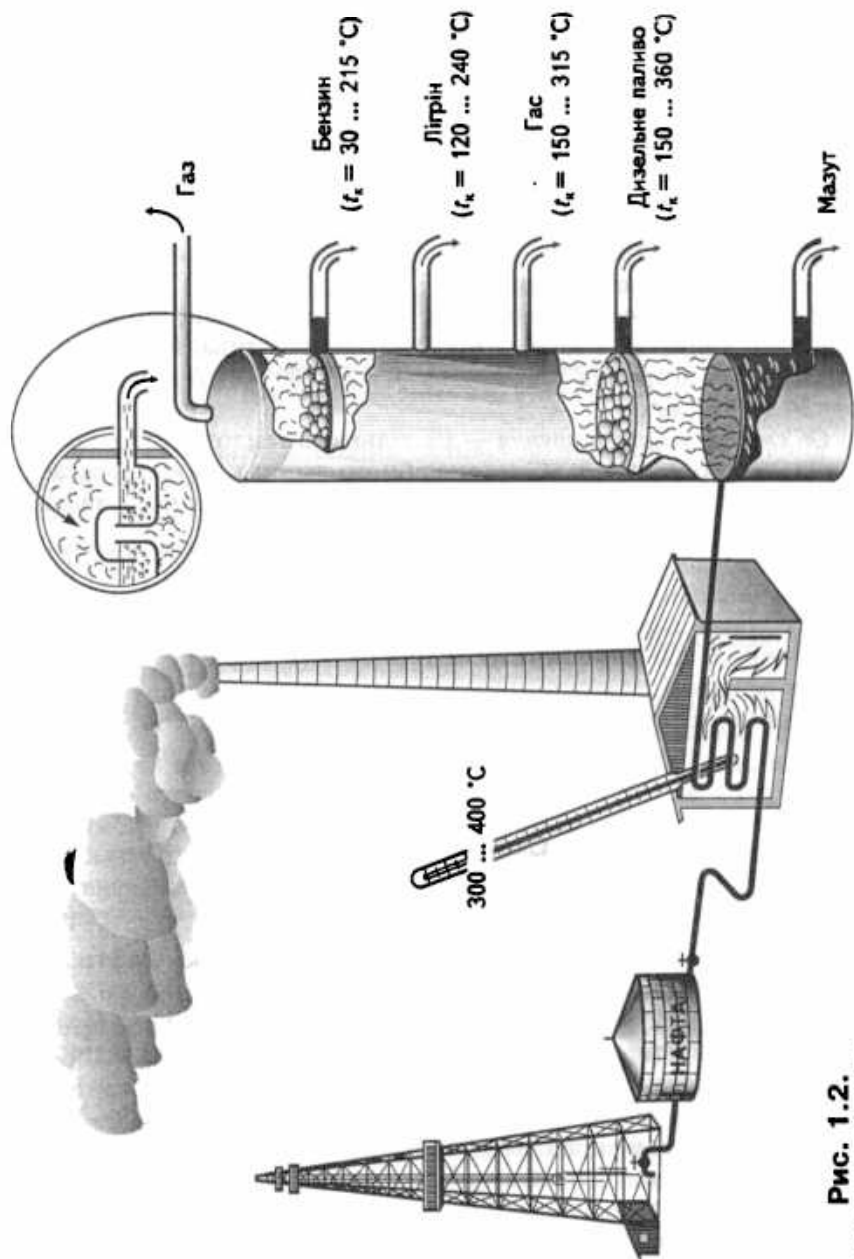


Рис. 1.2.
Пряма перегонка нафти

Залежно від родовища з нафти прямою перегонкою можна одержати такі фракції: *бензинові* (10...15 % маси вихідної нафти), що використовуються для вироблення автомобільних, авіаційних бензинів та розчинників; *лігроїнові* й *гасові* (15...20 %), з яких дістають паливо для реактивних двигунів та гаси; *газойлеві* й *соляріві* (15...20 %), з яких виробляють дизельне паливо. Після відгонки паливних фракцій залишається *мазут* (50 %).

Бензин прямої перегонки має низьке октанове число (55...56 за моторним методом) і високу хімічну стабільність (див. § 2).

Дизельне паливо прямої перегонки має високе цетанове число, але потребує поліпшення низькотемпературних властивостей (див. § 3).

Мазут залежно від його хімічного складу використовують для одержання додаткових кількостей палив деструктивними методами, як сировину для вироблення палив, олив та інших нафтопродуктів, а також слугує паливом для тихохідних двигунів і теплових електричних станцій.

Вторинна переробка нафтових фракцій. Грунтується на розпаді важких молекул (газойлевих, солярових, мазуту й т. д.) під дією високих температур і тисків. Цей процес названо *крекінгом* (англ. *cracking*, від *crack* — розколювати, розщеплювати).

Методи вторинної переробки є деструктивними. Вони дають змогу дістати додаткові кількості палив або поліпшити їхню якість.

Розроблені, вивчені й застосовуються на практиці різні методи крекінгу: термічний, піроліз та каталітичний, гідрокрекінг, а також риформінг — каталітичний, термічний та ізомеризація.

Термічний крекінг низькосортної важкої нафтової сировини здійснюється за температури 470...540 °C під тиском 4...6 МПа з наступним риформінгом. Термічний крекінг, що здійснюється за температури 500...600 °C і тиску 0,2...6,0 МПа, застосовують для перетворення гудронів та інших важких продуктів у широку фракцію, яка використовується для переробки їх у палива для двигунів.

Сировиною для вироблення автомобільного бензину є мазут, гасові й газойлеві фракції прямої перегонки тощо. Вихід бензину залежить від сировини. З мазуту можна одержати до 30 % бензинових фракцій, а з газойлю — 60 %. Такі бензини характеризуються низькою хімічною стабільністю та невисокими октановими числами (66...68 за моторним методом).

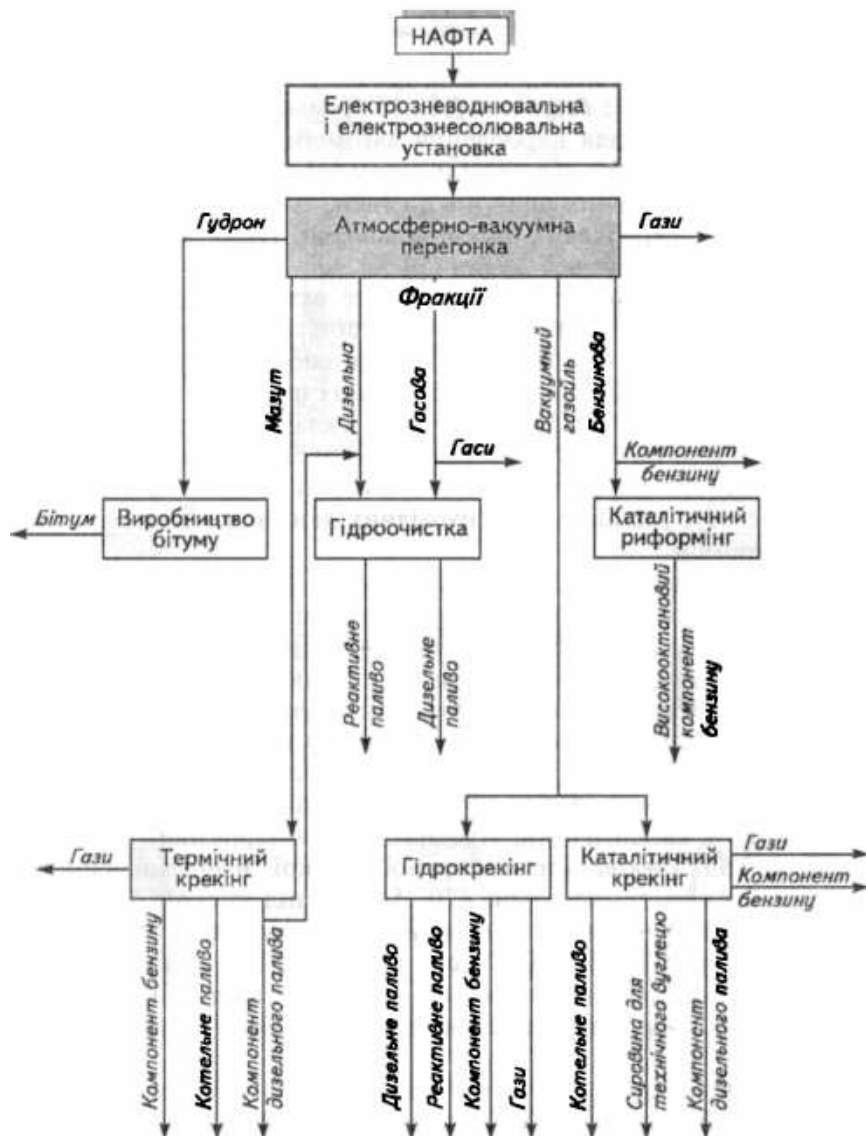


Рис. 1.3.
Принципова схема переробки нафти
за паливним варіантом

Піроліз — це високотемпературний (650...750 °C) крекінг в умовах низького тиску (близько 0,1 МПа). За відсутності хімічних реагентів його застосовують для перетворення важкої сировини в гази (етилен, пропілен тощо) та ароматичні вуглеводні (ізооктан, бензол, нафталін та ін.), які додають у товарні бензини.

Термічний крекінг через незадовільну якість кінцевого продукту — бензину — витісняється сучаснішими, розглянутими нижче.

Каталітичний крекінг здійснюється в м'якіших (порівняно з термічним) умовах (температура 450...500 °C, тиск 0,15 МПа), але в присутності каталізаторів (наприклад, алюмосилікатних), через що процеси деструкції (розщеплення молекул) відбуваються в напрямі утворення ізомерних, найцінніших для бензинів, вуглеводнів. Загальний вихід бензинових фракцій — понад 50 %. При цьому дістають бензин із високою детонаційною стійкістю — з октановим числом за дослідним методом 87...91 (78...85 за моторним методом), оскільки вони складаються з ізопарафінових, а також ароматичних вуглеводнів. Сировиною є газойлева або солярова фракція прямої перегонки нафти, іноді соляровий дистилят вакуумної перегонки мазуту.

Гідрокрекінг — це каталітичний крекінг у присутності водню під тиском 15...20 МПа за температури 350...450 °C. Октанові числа бензинових фракцій гідрокрекінгу становлять 85...88 (за дослідним методом). Вихід бензинів — понад 50 % маси вихідної сировини. Змінюючи умови процесу гідрокрекінгу (тиск, температуру та швидкість введення реагентів), можна дістати цільовий продукт (бензин, дизельне або реактивне паливо) з потрібним фракційним і хімічним складом. Сировиною можуть бути й бензинові фракції, тоді цільовим продуктом є зріджені гази (пропан-бутанові фракції).

Каталітичний риформінг здійснюється за температури 470...530 °C під тиском 2...4 МПа в присутності каталізаторів (коли використовуються платина, процес називають *платформінгом*).

Термічний риформінг здійснюється за температури близько 550 °C під тиском 5 МПа.

Сировиною для риформінгу є важкі бензинові та лігроїнові фракції з температурою початку кипіння понад 110 °C. Мета процесу — одержання високооктанових компонентів бензинів із побіжних продуктів крекінгу та коксування. Цільовий продукт — ізооктан (октанове число 100), алкілбензин, алкілбензол. Усі ці продукти широко використовуються як добавки до товарних бензинів для підви-

шення їхньої детонаційної стійкості. Бензини АИ-93 та АИ-98 одержують саме таким способом.

Методи синтезу дають змогу діставати високооктанові компоненти товарних бензинів. Основні з цих методів: *селективна полімеризація* (одержання ізооктану технічного з октановим числом 100); *алкілування* (одержання кумолу з октановим числом понад 99, триптану з октановим числом 104, алкілбензолу з октановим числом понад 97, алкілатів з октановим числом понад 90 тощо); *ізомеризація* (перетворення *n*-парафінових вуглеводнів у високооктанові ізопарафінові, наприклад у технічний ізооктан з октановим числом 100). Сировиною для синтезу є газоподібні й рідкі вуглеводні або вузькі нафтові фракції.

Газові бензини виробляють на промислових установках нафтопереробних і нафтохімічних заводів. Ці побіжні та природні гази містять вуглеводні з числом атомів вуглецю в молекулі від 1 до 4 і більше. Вуглеводні з числом атомів вуглецю понад 4 у звичайних умовах є рідинами й у газах містяться у вигляді парів. Це й є так звані газові бензини. Їх додають у товарні зимові бензини, щоб полегшити запуск двигуна.

Очищення нафтопродуктів. Добуті в результаті переробки нафти фракції не є готовою продукцією — паливом чи оливою, оскільки, крім вуглеводнів, містять багато органічних кислот, смол, сірчистих сполук, інших небажаних домішок, тому їх піддають очищенню різними способами. Найчастіше застосовуються такі способи очистки: сірчаною кислотою, лугом, адсорбентами, гідроочистка, селективна очистка, депарафінізація, контактна очистка та ін.).

Після очищення до товарних бензинів додають різні присадки.

Присадки — це речовини, які додаються до нафтопродукту (палива або мастильного матеріалу) для надання йому спеціальних властивостей або підсилення природних.

Присадки можна поділити на чотири групи:

- які поліпшують процес згоряння палива — антидетонатори, протидимні (зменшують нагароутворення й скорочують затримку самозаймання);
- які сприяють збереженню первинних показників якості палива — антиокиснювальні, диспергуючі (перешкоджають осаджуванню на деталях двигуна твердих продуктів з палива), діактиватори металів;

- які зменшують шкідливу дію палива на паливну апаратуру — протизношувальні, антикорозійні;
- які полегшують експлуатацію двигуна за низьких температур — депресорні (знижують температуру застигання палив) та присадки, що перешкоджають виділенню кристалів льоду.

До бензинів найчастіше додають антидетонаційні та антиокиснювальні присадки.

§ 1.5 Скорочено про хіммотологію

Людина створила двигун внутрішнього згоряння лише тоді, коли їй вдалося об'єднати в єдину систему металеву конструкцію й дві рідини — паливо та оливу. З появою поршневого двигуна, своєю чергою, постали численні завдання та проблеми, пов'язані із застосуванням ПММ — палив, олив, мастил і спеціальних рідин.

У сучасному світі сформувалася своєрідна система «людина—техносфера—біосфера». Під *техносферою* розуміють усі технічні засоби, створені людиною, під *біосферою* — все живе на Землі. Ядро техносфери становить комплекс машина — енергія, де двигун внутрішнього згоряння, як перетворювач енергії палива на механічну роботу, відіграє мало не провідну роль. Достатньо зазначити, що споживання паливно-мастильних матеріалів за рік у світі нині сягає кількох сотень мільйонів тонн, а сумарна потужність лише автомобільних двигунів наближається до 30 млрд кВт. Оскільки до числа основних умов нормальної та ефективної роботи двигуна належать висока якість та раціональне використання паливно-мастильних матеріалів, вони стають важливою ланкою біологічної системи планети.

Отже, у зв'язку зі зростанням ролі й значення ПММ, коли проблеми їхньої якості та раціонального використання набули міжгалузевого характеру як фактори підвищення надійності та економічності роботи техніки, виникла потреба в розробці якнайкращих основ застосування ПММ. Це зумовило становлення на стику низки наукових дисциплін нової прикладної науки — *хіммотології* (від «хімія», «мотор» та грец. *logos* — наука). Хіммотологія — це напрям науки й техніки, який вивчає експлуатаційні властивості палив,

олив, мастил та спеціальних рідин, а також розробляє теоретичні та практичні проблеми їх раціонального застосування в техніці.



Рис. 1.4.
Хімотологічна чотириланкова система:
двигун—паливо—олива—експлуатація

Хімотологія — молода наука, що тільки починає розвиватися. Вона склалася на стику хімії та двигунобудування.

У хімотології двигун — серце машини — а паливо й оливи — кров, що примушує його працювати, розглядаються як складові чотириланкової системи (рис. 1.4), ланки якої перебувають в якісному взаємозв'язку. Справді, ефективність роботи двигуна залежить не тільки від його конструктивних і технологічних особливостей, а й значною мірою від застосовуваних марок і сортів палива та оливи, а також від експлуатаційних властивостей.

Якість палива й оливи безпосередньо впливає на безвідмовність, довговічність та економічність роботи двигуна й може бути підставою для внесення змін у його конструкцію.

Між якістю палива й оливи також є взаємозв'язок. За рахунок якісної оливи можна усунути неполадки, які виникають у двигуні через неякісне паливо, і навпаки, в разі зміни якості палива може

виникнути потреба в зміні якості оливи. Так, дизелі, що працюють на паливі з масовою часткою сірки більш як 0,2 %, треба заправляти оливою, яка містить антиокиснювальні присадки.

Інший приклад. Переводячи середньообертові дизелі з дизельного палива на залишкове (дешевше, але важче за фракційним складом), стикнулись із закоксуванням форсунок, підвищенням зношуванням циліндропоршневої групи, підгорянням фасок клапанів і утворенням вуглеводневих відкладень у турбокомпресорах. Щоб уникнути цього, довелося змінити конструкцію форсунок, хімічний склад металів деталей, режим роботи двигуна, а також застосовувати якіснішу оливу.

Отже, розв'язуючи власне проблеми хімотології, необхідно враховувати не лише вплив якості палив та олив на конструкцію двигуна, а й зворотний зв'язок:

- вимоги конструкції двигуна до якості палив та олив;
- взаємозв'язок між паливом та оливою.

Перелік вузлів тертя, складових одиниць і агрегатів з урахуванням конструктивних особливостей двигунів і властивостей ПММ наведено в картах і схемах мащення машин і механізмів, що містяться в технічній експлуатаційній документації, котра розробляється відповідно до вимог стандартів.

Карта мащення регламентує й визначає порядок мащення кожної складової одиниці машини і є частиною системи технічного обслуговування машин. В документації на машини старих марок наведено й старі ПММ. Пропонований підручник допоможе дізнатися про старі й нові ПММ вітчизняного й зарубіжного виробництва.

Розв'язуючи проблеми хімотології (раціонального використання ПММ), можна істотно підвищити безвідмовність, довговічність та економічність і як наслідок — ефективність роботи машин, знизити витрати ПММ, оптимізувати й розширити асортимент олив і термін використання олив і мастил.

Необхідність і важливість вивчення хімотології зумовлені також істотним впливом ПММ на довкілля.

Нераціональне використання ПММ, невідповідність їхніх експлуатаційних властивостей конструкції двигуна та гідравлічної системи БДМ можуть спричиняти не лише перевитрату палива, олив, мастил і спеціальних рідин, а й істотне зниження надійності двигуна та машини в цілому, а також посилення їхньої шкідливої дії на біосферу.

До найважливіших на сучасному етапі завдань хімотології належать:

- поліпшення технічних характеристик двигунів і машин для підвищення безвідмовності, довговічності й економічності їхньої роботи;
- створення нових сортів ПММ та їх уніфікація;
- визначення оптимальних умов, за яких забезпечуються збереження властивостей ПММ та зниження їх втрат під час зберігання, транспортування, заправки й використання;
- розробка і впровадження кваліфікаційних методів та їхніх комплексів для оцінки експлуатаційних властивостей ПММ;
- розробка класифікацій ПММ;
- нормування витрат ПММ;
- вивчення процесів зміни показників якості ПММ та спеціальних рідин у двигунах і механізмах;
- узагальнення досвіду експлуатації й визначення закономірностей між якістю палива й мастильних матеріалів з безвідмовністю довговічністю й економічністю роботи двигуна й механізмів;
- вирішення екологічних проблем, пов'язаних зі зменшенням забруднення навколишнього природного середовища.

У пропонованому підручнику паливно-мастильні матеріали розглядаються саме в таких аспектах.



Контрольні запитання та завдання

- 1. Яке призначення нафти та нафтопродуктів?
 2. Поясніть хімічний склад нафти.
 3. Як впливають на властивості палив і олив густина, в'язкість і температура згоряння?
 4. Як впливають на властивості палив і олив *n*-парафінові, ізопарафінові, нафтанові, ароматичні та ненасичені вуглеводневі сполуки?
 5. Що таке динамічна й кінематична в'язкість?
 6. Що таке крекінг і які його різновиди?
 7. Що таке хімотологія?

Глава 2

ХІММОТОЛОГІЯ БЕНЗИНІВ

§ 2.1

Основні характеристики й властивості бензинів

Потужність, що розвивається двигуном, його моторесурс, надійність та ефективність роботи, витрати палива й моторної оливи, токсичність відпрацьованих газів залежать від властивостей та якості палива.

Автомобільний бензин — це складна суміш вуглеводнів із різною температурою кипіння: від 30...35 до 195...215 °С.

Товарний бензин складається із суміші бензинових фракцій, добутих різними способами переробки нафти прямою перегонкою й крекінгами. Крім того, в нього додаються певні високооктанові компоненти, альтернативні палива, газовий бензин (для поліпшення пускових властивостей), а також присадки й інгібітори окиснення (для подовження терміну зберігання), присадки, що мають мийні та інші властивості (див. § 1.6).

Бензин — легкозаймиста горюча рідина (температура займання його становить -27...-39 °С, а температура самозаймання — 355...370 °С), тому, працюючи з бензином, слід дотримуватися правил техніки безпеки.

Насамперед необхідно, щоб бензин відповідав конструкції двигуна й мав такі експлуатаційні властивості, які забезпечували б:

- безперебійне подавання в систему живлення двигуна;
- утворення паливоповітряної суміші потрібного складу;
- нормальне й повне згоряння утвореної робочої суміші в двигуні (без виникнення детонації за будь-яких режимів роботи);
- зменшення корозії резервуарів, баків, трубопроводів та корозійного зношування деталей двигуна;

- утворення якомога меншої кількості відкладень (смог) у баках, паливоподавальній апаратурі, камері згоряння тощо;
- стабільність показників якості під час тривалого зберігання, перекачувань і транспортування.

Кожна із названих вимог визначається показниками, які для різних марок бензинів нормуються державними стандартами (табл. 2.1).

Експлуатаційні властивості бензинів можна умовно поділити на:

- сумішоутворювальні, які забезпечують подавання бензинів й утворення паливоповітряної (горючої) суміші;
- такі, що зумовлюють пуск і роботу двигуна;
- низькотемпературні;
- такі, що забезпечують повне згоряння палива;
- антидетонаційні;
- на такі, що впливають на корозію й утворення шкідливих відкладень у двигуні.

Таблиця 2.1

Основні параметри й характеристики бензинів

Параметр	Пояснення	Вплив на безвідмовність, довговічність та ефективність роботи двигуна
Випаровуваність	Оцінюється за фракційним складом і тиском насичених парів	Від випаровуваності бензину залежить пуск, прийомистість двигуна, характер роботи і перебої, що спричиняються утворенням парових пробок, зледенінням карбюратора, а також стійкість роботи двигуна за різних умов експлуатації, витрата бензину під час транспортування, зберігання, перекачування і зношування деталей двигуна
Фракційний склад: температура початку кипіння ($t_{п.к}$) і перегонки 10 %	Характеризує вміст у бензині легких фракцій	Чим нижча ця температура, тим кращі пускові властивості бензину, але й тим більшою є небезпека утворення

Продовження табл. 2.1

об'єму бензину (t_{10})		парових пробок і можливість зледеніння карбюратора, а також витрата бензину під час транспортування, зберігання та перекачування
температура перегонки 50 % об'єму бензину (t_{50})	Характеризує середню випаровуваність бензину	Чим нижча температура, тим краща випаровуваність бензину, прийомистість двигуна, стабільніша його робота, але тим більша й небезпека зледеніння карбюратора й утворення парових пробок
температура перегонки 90 % об'єму бензину (t_{90}) і температура кінця його кипіння ($t_{к.п}$)	Характеризує вміст у бензині важких фракцій, що погано випаровуються	З підвищенням температури збільшується втрата бензину, оскільки важкі фракції не встигають випаровуватися та не згорають і, як наслідок, більша частина бензину стікає в картер, змиває оливу й вона розріджується, що спричинює її перевитрату й інтенсивність зношування деталей двигуна
Тиск насичених парів	Характеризує вміст у бензині легких фракцій	Чим більше в бензині легких фракцій, тим вищий тиск насичених парів і кращі пускові властивості двигунів; при цьому збільшується ймовірність утворення парових пробок
Детонаційна стійкість	Оцінюється октановим числом і характеризує можливість роботи двигуна без детонації	У разі використання бензину з нижчим, ніж це вимагається для даного двигуна, октановим числом виникає детонація (з усіма негативними наслідками), а якщо використовується бензин з вищим октановим числом, то збільшується вартість експлуатації машини
Кислотність	Характеризує наявність у бензині органічних кислот та інших продуктів з кислотою реакцією	З підвищенням кислотності збільшується корозійна агресивність і підвищується зношування деталей двигуна

Закінчення табл. 2.1

Параметр	Пояснення	Вплив на безвідмовність, довговічність та ефективність роботи двигуна
Концентрація фактичних смол	Характеризує смоло- і нагароутворення	Якщо наявність фрактичних смол у два-три рази вища за норму, то моторесурс двигуна знижується на 20...25 %. Виникають й інші неполадки (наприклад, зависання клапанів)
Індукційний період	Характеризує спроможність бензину зберігати свій склад незмінним при перевезенні, зберіганні та використанні	Чим триваліший індукційний період (не менш як 600...900 хв), тим стійкіший бензин до смолоутворення і тим довший термін його зберігання
Випробування на мідну пластинку	Характеризує вміст активних сірчистих сполук	Якщо впродовж трьох годин при 50 °С мідна пластинка покривається чорними, темно-коричневими чи блідо-сірими плямами або нальотом, то вважається, що паливо не витримало іспиту на мідну пластинку

§ 2.2 Сумішоутворювальні властивості

На сумішоутворювальні властивості бензинів впливають їхні густина, в'язкість, поверхневий натяг, випаровуваність, тиск насичених парів і низькотемпературні властивості.

Густина бензину впливає на витрати палива крізь жиклери та рівень бензину в поплавцевій камері карбюратора. Тому густина бензину має залишатись у межах 690...750 кг/м³ при 20 °С. Зниження густини бензину призводить до підвищення рівня в поплавцевій камері карбюратора і самочинного (довільного) витікання палива з розпилювачів. Густина бензину зі зниженням температури на кожні 10 °С збільшується приблизно на 1 %.

Знаючи температуру, за якої визначено густину бензину, можна звести її до стандартної температури (20 °C):

$$\rho_{20} = \rho_t + \gamma (t - 20),$$

де ρ_t — густина бензину за температури випробувань, кг/м³;

γ — температурна поправка на 1 °C, кг/м³.

В'язкість переважно впливає на об'ємну кількість палива, що проходить крізь жиклер за одиницю часу, а отже, і на його витрату. Витікання бензину крізь жиклер зі зміною температури від 40 до –40 °C знижується на 20...30 % і карбюратор треба регулювати.

Поверхневий натяг усіх автомобільних бензинів однаковий і за температури 20 °C становить 20...24 мН/м, тобто приблизно в 3,5 раз менший, ніж води. Тому збільшення в'язкості бензинів може призвести до недопустимого збіднення робочої суміші.

Таким чином, густина, поверхневий натяг і, особливо, в'язкість автомобільних бензинів впливають на сумішоутворення, що треба враховувати при регулюванні дозувальної апаратури. Проте для нормальної роботи двигуна ще недостатньо точно реалізувати програму дозування палива. Дуже важливо, щоб перед згорянням воно випаровувалося й утворювалася горюча суміш з повітрям.

§ 2.3 Властивості бензинів, що забезпечують пуск і роботу двигуна

Утворення горючої суміші парів палива з повітрям залежить як від фізичних властивостей самого палива, так і від умов, за яких відбувається цей процес, тобто від кількості теплоти, що підводиться до горючої суміші, та тривалості процесу сумішоутворення. Ця властивість бензинів називається *випаровуваністю*. Вона характеризує його здатність переходити з рідкого стану в газоподібний.

Від випаровуваності бензину залежать пуск і прийомистість двигуна, надійність його роботи за різних умов, витрати і втрати бензину при транспортуванні, а також зношування деталей, які труться.

Про випаровуваність бензину судять за двома стандартизованими показниками: *фракційним складом* і *тиском насичених парів*.

Можливість виникнення парових пробок залежить від багатьох факторів, основними з яких є кількість легкої частини палива та температура повітря в підкапотному просторі, що на 40...50 °С перевищує температуру повітря. Підвищення температури сприяє виникненню парових пробок.

При експлуатації автомобілів, наприклад у гірських умовах, умовах бездоріжжя або на малій швидкості, можливість виникнення парових пробок збільшується. В системі живлення двигуна в разі нагрівання бензину відбувається випаровування легкокиплячих вуглеводнів не тільки з відкритої поверхні, а й в об'ємі палива, з утворенням великої кількості пари. Об'єм пари у 150...200 разів більший, ніж об'єм вуглеводнів у рідкому стані.

Таким чином, у бензині значно підвищується об'єм парової фази та зменшується об'єм рідкої. В цьому разі крізь систему живлення двигуна проходить суміш, що складається з рідкого бензину, його парів і невеликої кількості повітря, що виділилося при нагріванні бензину. Це призводить до зниження подачі насосом масової кількості палива, надмірного збіднення горючої суміші, перебоїв у роботі двигуна та зменшення його потужності, а іноді й до зупину.

Зупини двигуна в жаркі дні внаслідок інтенсивного випаровування легких фракцій бензину має такий самий характер, як і при забрудненні паливопроводів механічними домішками. Тому це явище дістало назву *парових пробок*. Утворення їх ускладнює повторний пуск двигуна під час короткочасних зупинів через нестачу бензину в поплавцевій камері та труднощі загоряння збідненої суміші.

В разі використання влітку зимових бензинів, крім перебоїв у роботі двигуна через наявність парових пробок, можливі значні втрати палива і забруднення навколишнього середовища легкокиплячими фракціями бензину. Чим нижча температура його кипіння та вища температура навколишнього повітря, тим більша частка бензину міститься в баці у пароподібному стані. При заповненні бака новою порцією палива бензиноповітряна суміш витискується рідким паливом в атмосферу. Це і є безповоротні витрати бензину з бака. Для зменшення цих витрат бак машини кожного разу має заповнюватися повністю.

Таким чином, з одного боку, наявність у бензині фракцій, що легко випаровуються та мають високий тиск насичених парів, є шкідливою, оскільки призводять до утворення парових пробок і підвищених витрат бензину при його зберіганні, а з іншого — корис-

ною, оскільки від них залежать легкість пуску та швидке прогрівання двигуна. Тому бензин виробляється з таким фракційним складом і тиском насичених парів, щоб схильність його до утворення у паливопроводах парових пробок була мінімальною влітку, а взимку він мав би необхідні пускові властивості.

Тиск насичених парів літніх бензинів становить 66 661 Па (500 мм рт. ст.), а зимових — 66 661...93 325 Па (500...700 мм рт. ст.). При цьому слід зазначити, що, крім тиску насичених парів і фракційного складу, на випаровуваність бензину впливають поверхневий натяг, в'язкість, теплоємність, коефіцієнт дифузії тощо.

§ 2.4 Низькотемпературні властивості бензину

Ці властивості зумовлюють їхні можливості щодо забезпечення працездатності паливопідвідної системи за мінусових температур.

За низьких температур може статись обмерзання карбюратора або припинення подачі бензину у двигун через випадання кристалів льоду.

Обмерзання карбюратора залежить від наявності в бензині легких фракцій і характеризується температурою випаровування 10 та 50 % бензину. Це явище пов'язане з поглинанням теплоти під час випаровування бензину. За температури навколишнього повітря 5...7 °С через 2,5 хв після пуску двигуна температура дросельної заслінки може знизитися до -14 °С, а вода, що конденсується на ній з повітря, перетвориться на лід.

Автомобільний транспорт, будівельні й інші машини на більшій частині території нашої країни більш як півроку експлуатуються при низьких температурах повітря, тому боротьба з їх обмерзанням є досить актуальною. З цією метою до бензинів додають спеціальні присадки: поверхневоактивні речовини (ПАР), іноді спирти, гліколі, ефіри, аміді й інші речовини в кількості 1...3 %. Можна використовувати присадку «Найк», що має мийні та захисні властивості, в кількості 0,02...0,4 %.

! Слід пам'ятати, що чим більша висота над рівнем моря, тим повітря розрідженіше, нижча температура кипіння рідини, вірогідніше утворення парових пробок у системі живлення двигуна і більша ймовірність обмерзання карбюратора.

Найбільші ускладнення при експлуатації двигунів в умовах низьких температур пов'язані з *утворенням у бензинах кристалів льоду*.

У бензинах у розчиненому стані може міститися лише кілька сотих відсотка води, але зі зниженням температури розчинність її в бензинах зменшується. За підвищеної вологості повітря та плюсової температури кількість води навіть у зневодненому бензині майже миттєво досягає максимального значення. За швидкого охолодження бензину зайва волога не встигає випаровуватись і відокремлюється у вигляді дрібних крапель, які за мінусових температур перетворюються на кристали льоду, що засмічують фільтри й порушують подачу палива в двигун. Збільшення кількості ароматичних вуглеводнів у бензинах сприяє підвищенню розчинності води. Найгігроскопічнішим є бензол, тому його кількість у бензині має бути обмеженою. Наявність води в етилованих бензинах спричинює розкладання тетраетилсвинцю (ТЕС), що підвищує їхню корозійну агресивність.

Температура застигання бензинів, як правило, є низькою (нижче -60°C), тому цей показник для них стандартами не регламентується.

§ 2.5

Властивості бензинів, що забезпечують повне згоряння палива

Процес згоряння бензинів — складний і до кінця не вивчений. Проте цілком очевидно, що на цей процес значною мірою впливає кількість повітря, що надходить у карбюратор. В разі його нестачі бензин згоряє повільно, температура його невисока, утворюються продукти неповного згоряння (оксиди вуглецю та вуглеводню, сажа тощо), а відпрацьовані гази стають темними чи навіть чорними.

Якщо кількість повітря перевищуватиме певну межу, то багато теплоти витратиться на нагрівання азоту — основного компонента повітря та надлишкового кисню. При цьому температура палива знижується, швидкість його згоряння зменшується і, як наслідок, виникає перевитрата палива.

Кількість повітря у паливній суміші, теоретично необхідна для повного згоряння 1 кг палива, називають *стехіометричною*. Дійсна

кількість повітря у паливній суміші визначається коефіцієнтом надлишку повітря.

Коефіцієнт надлишку повітря (α) — це відношення кількості фактичного повітря (V_{ϕ}) в кілограмах, витраченого у двигуні на згоряння 1 кг палива, до кількості повітря, теоретично необхідного для повного згоряння 1 кг палива ($V_T = 14,9$).

Відношення $V_{\phi} / V_m = 14,9/14,9$ характеризує нормальну (стехіометричну) паливну суміш. При $\alpha < 1$ ця суміш називається *збагаченою*, а при $\alpha > 1$ — *збідненою*. Сучасні бензинові двигуни працюють на бензині при $\alpha = 0,8...1,1$.

На стехіометричній суміші ($\alpha = 1$) двигун працює стійко, розвиває потужність, близьку до розрахункової, але економічність його знижується. Тому повітря в горючій суміші має бути трохи більше від теоретично необхідної кількості.

Найбільша економічність при повному навантаженні двигуна досягається на збідненій суміші, коли $\alpha_{ек} = 1,1$. Це пояснюється наявністю в циліндрі залишку газів і неоднорідністю робочої суміші, що негативно впливає на процес її згоряння. Подальше збіднення суміші знижує потужність двигуна й економічність його роботи, збільшує витрати палива, зменшує виділення теплоти, що витрачається на корисну роботу, оскільки інертний азот і вільний кисень, які містяться у відпрацьованих газах, виносять із собою частину теплоти.

Максимальну потужність розвиває двигун, який працює на багатій суміші ($\alpha_n = 0,8...0,9$). Однак економічність двигуна при цьому знижується. Зайве збагачення горючої суміші зумовлює неповне її згоряння, зменшення потужності двигуна, збільшення витрат палива. Крім того, при роботі на занадто збагачених сумішах підвищується нагароутворення на клапанах, днищі поршня, електродах свічок і стінках камери згоряння. Частина незгорілого палива змиває оливу зі стінок циліндрів і, проникаючи в картер, розріджує її.

Таким чином, горючі суміші з коефіцієнтом надлишку повітря, більшим від $\alpha_{ек}$ та меншим від α_n , забезпечують надійну роботу двигуна.

Робоча суміш у результаті надмірного збіднення горючої суміші, а також її перебагачення не займається від електричної іскри.

Нижня межа займання збіднених сумішей відповідає коефіцієнтові надлишку повітря $\alpha = 1,4$, а верхня межа займання збагачених сумішей — $\alpha = 0,4$.

§ 2.6 Антидетонаційні властивості палива

Одним із можливих способів забезпечення повного згоряння палива і використання здобутої у двигуні енергії є підвищення ступеня стиску палива. Проте на шляху реалізації цього способу несподівано виникла дуже серйозна проблема: бензин, який добре згоряє у двигунах з низьким ступенем стиску, погано горить за високого ступеня його стиску. При цьому двигун стукає, температура циліндрів підвищується, потужність спадає, а відпрацьовані гази стають чорними та руйнують деталі двигуна. Це явище дістало назву *детонації двигуна*.

Згодом було встановлено, що якщо швидкість поширення полум'я за нормальної роботи двигуна дорівнює 15...25 м/с, то в двигуні, що детонує, деяка частка суміші парів бензину з повітрям згоряє не поступово, а вибухає. При цьому вибухова хвиля поширюється зі швидкістю, в 100 разів більшою (1500...2500 м/с). Це явище до моменту згоряння суміші супроводжується утворенням вибухової речовини — перекису.

В разі детонаційного згоряння палива значно підвищується віддача теплоти від газів стінкам камери згоряння. Це відбувається як завдяки вищим температурам у детонаційній хвилі, так і в зв'язку зі збільшенням тепловіддачі від газів до стінок камери згоряння завдяки зриву зі стінок холоднішого граничного шару оливи. При цьому двигун перегрівається, починають руйнуватися поверхня камери згоряння, днище поршня й антифрикційний шар підшипників, а прокладки між блоком циліндра та головкою прогоряють. Крім того, підвищується зношування поршневих кілець та дзеркала циліндрів, оскільки детонаційні хвилі, багаторазово відбиваючись від поверхні циліндрів, зривають з них шар оливи, а днище поршня руйнується.

Якщо ж до складу бензину входять вуглеводні, які за даних умов не утворюють пероксидів, то концентрація пероксидних сумішей не досягне критичного значення і згоряння закінчується нормально (без вибуху). Здатність бензину згоряти у двигуні з іскровим запалюванням без вибуху дістала назву *детонаційної стійкості*.

Встановлено, що детонаційна стійкість залежить не тільки від антидетонаційних властивостей бензину, а й від режиму роботи дви-

гуна й умов його експлуатації: атмосферних умов, нагароутворення, частоти обертання колінчастого вала двигуна, випередження запалювання, температури циліндрів, складу робочої суміші та дроселювання двигуна. Зниження температури повітря та барометричного тиску, а також збільшення вологості повітря зменшують схильність двигуна до детонації. Тобто:

- нагароутворення в камері згоряння та на днищі поршня сприяє виникненню детонації;
- з підвищенням частоти обертання схильність двигуна до детонації зменшується, а зі збільшенням кута випередження запалювання — збільшується;
- якщо двигун працює на багатій суміші, його схильність до детонації зменшується, а на бідній — збільшується;
- чим більше прикрито дросельну заслінку, тим менше причин для появи детонації двигуна.

Таким чином, для усунення детонації двигунів доцільно використовувати:

- менший кут випередження запалювання;
- прикриття дроселя і збільшення частоти обертання колінчастого вала.

Кожний із названих факторів окремо, а тим більше в їх поєднанні, є досить ефективним засобом боротьби з детонацією двигунів. Однак застосовувати їх треба лише в крайніх випадках і до того ж короткочасно, оскільки від цього або знижується потужність двигуна, або погіршується його економічність, або те й інше одночасно.

Тому тільки підібравши для кожної марки двигуна бензин з відповідним октановим числом, можна забезпечити бездетонаційну роботу двигуна без втрати потужності та погіршення економічності.

Показник, що визначає детонаційну стійкість бензину, дістав назву *октанового числа*.

Октановим числом називається відсотковий (об'ємний) вміст ізооктану в еталонному паливі, яке за своїми антидетонаційними властивостями аналогічне антидетонаційним властивостям досліджуваного бензину.

Еталонне паливо створюють змішуванням двох хімічно чистих вуглеводнів — ізооктану C_8H_{18} та *n*-гептану C_7H_{16} .

Ізооктан має високі антидетонаційні властивості, він здатний згоряти без детонації, навіть за високого стиску. Його антидето-

наційні властивості (октанове число) умовно приймають за 100 одиниць, а *n*-гептан, навпаки, має низькі антидетонаційні властивості, і двигун починає детонувати навіть за низького ступеня стиску. Антидетонаційні властивості (октанове число) *n*-гептану умовно приймають за нуль.

Змішуванням у різних пропорціях за об'ємом ізооктану та *n*-гептану одержують еталонні сорти палива з різними антидетонаційними властивостями.

Наприклад, якщо октанове число бензину дорівнює 76, то це значить, що він має такі самі антидетонаційні властивості, як і еталонна суміш, що містить 76 % ізооктану та 24 % *n*-гептану.

Ці умовно прийняті одиниці, які по суті показують відсотковий вміст ізооктану в еталонній суміші, мають назву октанових чисел. Чим більше ізооктану міститься в еталонній суміші, тим кращі антидетонаційні властивості цієї суміші та бензину, що досліджується.

На значення октанового числа бензину впливають також інші фактори (наприклад, діаметр циліндра, матеріал головок блока, розміщення та кількість свічок запалення тощо), тобто ті, від яких залежить процес згоряння суміші.

Наприклад, при ступені стиску 7 і діаметрі циліндра 60 мм необхідно використовувати бензин з октановим числом 70, а при діаметрі 100 мм — з октановим числом 84. При ступені стиску 10 і діаметрі циліндра 60 мм слід використовувати бензин з октановим числом 85, а при діаметрі 100 — бензин з октановим числом 98.

Існує два методи оцінювання октанового числа: моторний і дослідницький. Для визначення октанового числа за цими методами використовують пристрій УИТ-65, основним агрегатом якого є одноциліндровий чотиритактний двигун із пристроєм, що дає змогу змінювати ступінь стиску під час його роботи від 4 до 10. Цей пристрій оснащений електродвигуном, генератором постійного струму та спеціальним ресивером для підтримки сталої вологості повітря. В комплект пристрою входить також електронна апаратура для вимірювання інтенсивності детонації та пульт керування.

Октанове число за *моторним методом* (ОЧМ) визначають при частоті обертання колінчастого вала $n = (900 \pm 10) \text{хв}^{-1}$ і підігріванні робочої суміші до 150 °С, а за *дослідницьким методом* (ОЧД) — при $n = (600 \pm 6) \text{хв}^{-1}$, але без підігрівання. Октанове число бензину АИ-76 визначалося за моторним методом, а бензинів АИ-92, АИ-93, АИ-95, АИ-96 та АИ-98 — за обома методами. При цьому

октанове число, визначене за дослідницьким методом, виявилось вищим, ніж за моторним. Ця різниця дорівнює приблизно 7...8 одиниць.

Так, октанове число бензину АИ-93, визначене за дослідницьким методом, дорівнює 93 одиницям, а за моторним — 85, тобто октанове число за моторним методом (при підігріванні бензину до 150 °С) є меншим, ніж за дослідницьким.

Октанові числа сучасних бензинів оцінюють одночасно за двома методами, що дає можливість визначити чутливість палива до зміни режиму роботи двигуна.

Детонаційна стійкість палива, отримана моторним і дослідницьким методами, відзначається високою збіжністю результатів. Тому розроблено спеціальну методику оцінювання детонаційної стійкості палива на реальних двигунах при роботі їх на гальмових стендах або на стенді з біговими барабанами, що імітують рух машин у дорожніх умовах, чи безпосередньо в дорожніх умовах. Ця методика дає змогу з'ясувати фактичне значення детонаційної стійкості — *дорожнє октанове число (ДОЧ)*.

Для конкретного двигуна цю методику застосовують для добору палива при створенні нових зразків двигунів та автомобілів із широким діапазоном експлуатаційних режимів. Випробування проводяться тільки в літній час на спеціальному автомобілі. Дорожні та метеорологічні умови регламентуються ГОСТ 10373—75.

Дорожнє октанове число, як правило, на 3...10 одиниць менше, ніж октанове число, що визначається в лабораторних умовах за дослідницьким методом.

Виявлення детонаційної стійкості сучасного палива, в тому числі бензинів, одержаних каталітичним крекінгом і реформінгом, ускладнюється специфічним складом цього палива, висока детонаційна стійкість якого зумовлена наявністю в ньому ароматичних вуглеводнів з відносно високою температурою кипіння.

Для поліпшення антидетонаційних властивостей за деяких умов до палива можна додавати антидетонатори, але вони мають вищу температуру кипіння і разом із висококиплячими фракціями палива осідають на стінках впускного трубопроводу. У циліндри вони потрапляють з деякими запізненнями і значною нерівномірністю. Цей вкрай небажаний процес може спричинити значну нестабільність детонаційної стійкості двигуна.

● **Розжарювальне запалювання.** Причиною нестійкої роботи двигуна, крім детонації, може стати розжарювальне запалювання, яке спричинюється появою розжарених частинок у камері згоряння, найчастіше частинок нагару. Самовільна поява фронту полум'я, крім основного (від іскри), призводить до передчасного некерованого займання суміші, швидкого підвищення тиску, а отже, до ударного впливу на поршень. Як наслідок, підвищується зношування деталей двигуна.

За інтенсивного розжарювального запалювання пошкоджуються поршні, кільця, вкладиші шатунів і навіть колінчастий вал. При цьому спадає потужність двигуна, підвищується витрата палива.

Передчасне займання палива може бути безшумним, але найчастіше воно супроводжується стуками, які нагадують детонаційні. Тому за зовнішніми ознаками передчасне займання палива легко сплутати з детонацією, тим більше, що найчастіше вони виникають водночас.

Появу розжарювального запалювання можна перевірити, якщо вимкнути запалювання. Якщо двигун працює і далі, то причиною його ненормальної роботи є розжарювальне запалювання, а якщо двигун відразу глухне, то причина — його детонація.

Виникнення розжарювального запалювання сприяє зменшенню кута випередження запалювання і збагаченню робочої суміші (особливо за холостого ходу та малих обертів двигуна).

На передчасне займання робочої суміші впливають також фракційний та хімічний склад палива, вміст у ньому антидетонаторів, наявність у паливі оливи, присадок і смол.

Таким чином, розжарювальне запалювання можна ліквідувати підбором палива з певними властивостями, зменшенням подачі палива та застосовуючи бензин з підвищеною детонаційною стійкістю.

§ 2.7

Корозія й утворення шкідливих відкладень у двигуні

Мінеральні кислоти й інші водорозчинні кислі сполуки дуже впливають як на чорні, так і на кольорові метали, а луги — лише на кольорові. Наявність їх у паливі

недопустима. Наявність кислот установлюється за допомогою водяного розчину метилоранжу, а лугів — спиртового розчину фенолфталеїну. Водяна витяжка має бути нейтральною, інакше паливо слід забракувати.

Органічні кислоти за корозійною активністю значно слабкіші від мінеральних. Тому наявність їх у паливі в обмеженій кількості допускається.

Наявність у паливі кислот та інших продуктів із кислою реакцією характеризується показником, який називається кислотністю.

Кислотність оцінюється кількістю гідроксиду калію (KOH) у міліграмах, необхідною для нейтралізації вільних кислот, що містяться в 1 г нафтопродукту.

У свіжому бензині майже не повинно бути мінеральних кислот і лугів, тобто паливо має бути нейтральним. Однак із часом кислотність бензину збільшується.

Наявність активних сірчистих сполук у паливі виявляють випробуванням на мідну пластинку, яку після ретельного очищення витримують в паливі протягом 3 год за температури 50 ± 2 °C.

Максимальна кількість сірки в автомобільних бензинах — не більш як 0,1 %, в останніх — 0,05, оскільки з її підвищенням зношування деталей двигуна різко зростає.

Наявність у паливі *сірчаних сполук* (особливо дисульфідів та меркаптанів) погіршує його стабільність і сприяє смолоутворенню.

Під *стабільністю палива* розуміють його здатність зберігати певні властивості в допустимих межах для конкретних експлуатаційних умов.

Стабільність палив залежить насамперед від їхніх фізико-хімічних властивостей (густини, в'язкості, температури кипіння, вуглеводневого складу), наявності різних домішок тощо.

В умовах експлуатації фракційний та хімічний склад палива погіршується внаслідок взаємодії з киснем повітря, нестабільності температури, наявності забруднення, вологості та механічних домішок.

Умовно розрізняють фізичну і хімічну стабільність палива, враховуючи, що ці властивості пов'язані між собою, тобто при зміні деяких його фізичних властивостей в ньому може змінюватися і хімічний склад та навпаки.

Фізичну стабільність палива визначають як його здатність зберігати фракційний склад та однорідність. Її оцінюють і періодично

контролюють, визначаючи густину, фракційний склад, тиск насичених парів тощо. Встановлено, що прямі сонячні промені, а також взаємодія бензину з киснем повітря негативно впливають на фізичну стабільність палива.

Під *хімічною стабільністю палива* розуміють її здатність зберігати без змін свій хімічний склад (уміст кисню, смол), тобто вона залежить від складу та будови вуглеводнів і здатності їх окиснюватися. Продукти окиснення палива є каталізаторами. Тому цей процес — самоприскорювальний. Окиснення палива з підвищенням температури, збільшенням кількості антидетонаторів, води та механічних домішок посилюється.

Отже, хімічна стабільність бензинів оцінюється кислотністю, наявністю фактичних смол (в умовах застосування бензинів) та індукційним періодом.

Про *наявність смол у паливі* можна судити візуально за його кольором. Чим більше у паливі смол, тим інтенсивніше його забарвлення (колір бензину набуває темно-коричневих тонів). Наявність смол у паливі є великою небезпекою для двигуна. Під час роботи смоли відкладаються у карбюраторі, а також трубопроводах, порушуючи подачу палива, що призводить до нагароутворення і зупину двигуна. Нагар утворюється на поверхнях клапанів, зумовлюючи їх пригоряння.

Зі збільшенням кількості смол у бензині знижується, як правило, його октанове число та зростає кислотність, що спричинює значну ерозію металу.

Найглибші зміни властивостей бензинів відбуваються через їх випаровування в процесі зберігання та транспортування, оскільки при випаровуванні бензину вивітрюються передусім легкі фракції, внаслідок чого знижується тиск насичених парів. Так, при випаровуванні лише 3...4 % бензину тиск насичених парів може знизитись у 2...2,5 рази. При цьому різко знижуються пускові властивості бензинів і зменшується (хоча й незначно) октанове число.

❗ Смолоутворення в нагрітому бензині та на світлі відбувається швидше, ніж у холодному і в темряві. Тому бензини треба зберігати в герметичній тарі за якомога нижчої температури (краще в підземних сховищах).

Наявність у бензині води, міді, а також свинцю сприяє смолоутворенню, тобто вони є каталізаторами. Особливо швидко смоли утворюються в баках машин при тривалому зберіганні, а також влітку під дією підвищених температур.

Усередині автомобільних баків, як відомо, є мідні сітки і фільтри, припаяні оловом. На них можуть відкладатися оксиди свинцю з етилованих бензинів. Для зменшення каталітичного впливу металів на окиснення палива до нього додають антиоксиди або невелику кількість спеціальних сполук (діактиваторів), або додають їх разом. При цьому витрати антиоксидів зменшуються, а їхній вплив посилюється. Ці сполуки досить ефективно захищають тетраетилсвинець (ТЕС) від оксидного розпаду.

Вміст фактичних смол у бензинах оцінюється за залишком після випаровування певної його кількості за допомогою гарячого повітря при температурі бензинів 150 °С.

Здатність бензину зберігати свій склад незмінним оцінюють за *індукційним періодом*. Цей показник (у хвиликах) визначають за часом, протягом якого випробуваний бензин у середовищі чистого кисню під тиском 0,7 МПа при 100 ± 1 °С практично не окиснюється і зберігає свої властивості. Залежно від марки бензину індукційний період становить 600...1200 хв.

У ДСТУ 3437—96 сформульовано поняття збережуваності нафтопродукту. *Збережуваність* — це здатність нафтопродукту зберігати в часі встановлені значення параметрів, що засвідчують його експлуатаційні властивості.

Для підвищення хімічної стабільності бензинових дистилатів найперспективнішим є їхнє гідроочищення.

Найефективніший та економічно вигідний спосіб підвищення хімічної стабільності бензинових фракцій — введення спеціальних багатофункціональних присадок, здатних гальмувати окиснювальні процеси.

Стабілізувати ТЕС можна також за допомогою присадок, але якщо у бензині почався процес оксидного розкладання ТЕС, то застосовувати такі бензини не дозволяється.

● **Забруднення бензинів.** Згідно зі стандартами бензини не повинні містити механічних домішок, оскільки вони, потрапляючи до камери згоряння двигунів, зумовлюють підвищене зношування поршневих кілець і стінок циліндрів. Тому поліпшення чистоти бензинів — важливий фактор підвищення безпеки та довговічності двигунів. Наявність води у бензинах недопустима, хоча кілька сотих відсотків її у бензині цілком допустима і навіть корисна.

§ 2.8 Визначення експлуатаційних властивостей бензинів

Вплив *фракційного складу* бензину на його експлуатаційні властивості за даними перегонки ілюструє номограма (рис. 2.1).

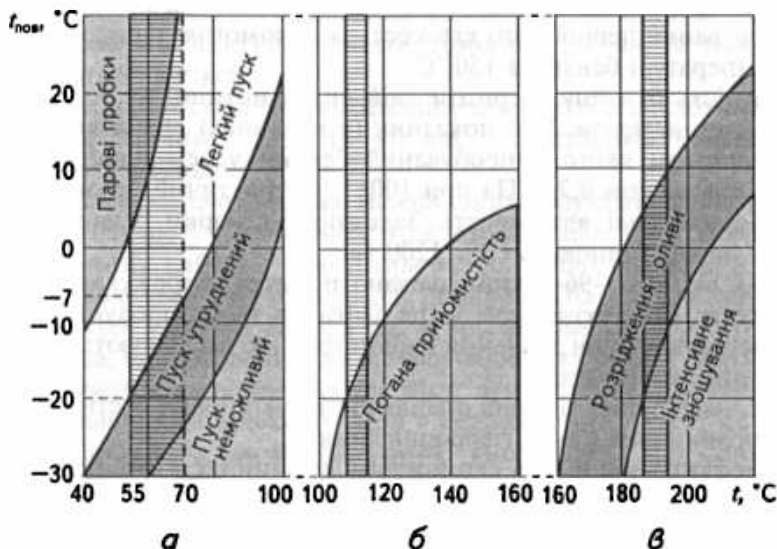


Рис. 2.1.
Вплив фракційного складу бензину на його експлуатаційні властивості
за різної температури навколишнього повітря:
а — 10 %; б — 50 %; в — кінець кипіння

На горизонтальній осі відкладено температуру характерних точок перегонки (википання) бензину t_n , а на вертикальній — температуру навколишнього повітря $t_{\text{пов}}$ у межах від 60 до -30 °C.

Поле на номограмі поділено на три зони (а, б, в), що відповідають можливим коливанням температури сучасних бензинів, за яких переганяється (випаровується) 10, 50 і 90 % його об'єму.

Легкість пуску карбюраторного двигуна безпосередньо пов'язана з наявністю в бензині легких фракцій, що характеризується почат-

ком кипіння та температурою перегонки (википання) 10 % об'єму бензину. Вважається, що двигун запускається легко, якщо він починає працювати після одного-двох обертів колінчастого вала за частоти його обертання $35...40 \text{ хв}^{-1}$.

Щоб оцінити *пускові властивості* бензинів, треба на номограмі знайти два значення температури навколишнього повітря, які становлять нижні межі легкого та утрудненого пуску двигуна. Для цього на горизонтальній осі (рис. 2.1, а) слід відмітити точку, яка відповідає температурі википання 10 % бензину — t_{10} (як приклад на номограмі для літнього бензину взято $t_{10} = 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$, і з неї провести перпендикуляр (вертикальна штрихова лінія). Точка перетину перпендикуляра з похилою суцільною лінією проектується на вертикальну вісь, на якій зчитується відповідь. У розглядуваному прикладі легкий пуск холодного двигуна на літньому бензині можливий за температури $-7 \text{ }^{\circ}\text{C}$ і вище, утруднений — за $-7...25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ і пуск неможливий за температури $-25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ і нижче.

§ 2.9

Асортимент, основні показники якості та склад вітчизняних товарних бензинів

Товарні автобензини в Україні виробляють за ГОСТ 2084—77, а також ТУ У 00149943.501—98 та ТУ У 320.00158764.025—99.

Залежно від октанового числа (ОЧ) ГОСТ 2084—77 передбачає випуск бензинів марок А-72 (неетилований), А-76 (етилований, неетилований), АИ-93 (етилований, неетилований), АИ-95 (неетилований), табл. 2.2.

Із 1996 р. нафтопереробні заводи України припинили виробництво автобензину А-72.

Параметри бензинів, що виробляються за ГОСТ 2084—77, суттєво відрізняються від прийнятих міжнародних норм, особливо щодо екологічних вимог. Для підвищення конкурентоспроможності українських бензинів були розроблені ТУ У 00149943.501—98. «Бензини автомобільні з підвищеним кінцем кипіння» (для яких передбачено визначення сумарного вмісту ароматичних вуглеводнів і масової частки бензолу не більше як 5 %) (табл. 2.3), а також ТУ У 320.00158764.025—99 (табл. 2.4).

Таблиця 2.2

Характеристики автомобільних бензинів за ГОСТ 2084—77

Показник	А-76		АИ-93		АИ-95 неетиловий
	неетилований	етилований	неетилований	етилований	
Детонаційна стійкість: октанове число за ММ (не менше)	76	76	85	85	85
октанове число за ДМ	Не нормується		93	93	95
Концентрація свинцю, г/дм ³ (не більше)	0,013	0,170	0,013	0,370	0,130
Фракційний склад: температура початку кипіння, °С (не нижче): літнього зимового	35	35	35	35	35
	Не нормується				
10 % переганяється за температури, °С (не вище): літнього зимового	70 55	70 55	70 55	70 55	70 55
50 % переганяється за температури, °С (не вище): літнього зимового	115 100	115 100	115 100	115 100	115 100
90 % переганяється за температури, °С (не вище): літнього зимового	180 160	180 160	180 160	180 160	180 160

Продовження табл. 2.2

Показник	А-76		АИ-93		АИ-95 неетиловий
	неетилований	етилований	неетилований	етилований	
кінець кипіння бензину, °С (не вище):					
літнього	195	195	195	195	195
зимового	185	185	185	185	185
залишок у колбі, % (не більше)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
залишок у колбі і витрати, % (не більше)	4	4	4	4	4
Тиск насичених парів бензину, кПа:					
літнього (не більше)	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7
зимового (в межах)	66,7...93,3	66,7...93,3	66,7...93,3	66,7...93,3	66,7...93,3
Кислотність, мг КОН на 100 мл бензину (не більше)	1,0	3,0	0,8	3,0	2,0
Концентрація фактичних смол, мг на 100 мл бензину (не більше):					
на місці виробництва	3	5	Відсутня	5	5
на місці споживання	8	10	5	7	—
Індукційний період бензину на місці виробництва, хв (не менше)	1200	900	1200	900	900
Масова частка сірки, % (не більше)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Випробування на мідній пластинці	Витримує				
Водорозчинні кислоти і луги	Відсутні				

Закінчення табл. 2.2

Показник	А-76		АИ-93		АИ-95 неети- ловий
	неетило- ваний	етилова- ний	неетило- ваний	етилова- ний	
Механічні домішки і вода	Відсутні				
Колір	—	Жовтий	—	Оранжево- червоний	—
Густина за 20 °С, кг/м ³	Не нормується				
Важкі вуглеводні	Відсутні				

За галузевим стандартом України ГСТУ 320.00149943.015—200 виробляються бензини (моторні суміші неетиловані), які виготовляються з базових компонентів і високооктанової кисневмісної добавки (ВКД) з масовою часткою не більше як 6 % і використовуються як палива для бензинових автомобільних двигунів, двигунів мотоциклів та двигунів іншого призначення (табл. 2.5).

Таблиця 2.3

**Характеристики автомобільних бензинів
з підвищеним кінцем кипіння за ТУ У 00149943.501—98**

Показник	Марка			
	А-80	А-92	А-95	А-96
Детонаційна стійкість: октанове число за ДМ (не менше)	80	92	95	96
октанове число за ММ (не менше)	76	82,5	85	85
Фракційний склад: температура початку кипіння, °С (не нижче)	30	30	30	30
10 % переганяється за температури, °С (не вище)	75	75	75	75

Продовження табл. 2.3

Показник	Марка			
	А-80	А-92	А-95	А-96
50 % переганяється за температури, °С (не вище)	120	120	120	120
90 % переганяється за температури, °С (не вище)	190	190	190	190
кінець кипіння, °С (не вище)	215	215	215	215
залишок у колбі, % (не більше)	1,5	1,5	1,5	1,5
залишок і витрати, % (не більше)	4,0	4,0	4,0	4,0
Тиск насичених парів бензину, кПа (не більше)	79,9	79,9	79,9	79,9
Кислотність, мг КОН на 100 см ³ , бензину (не більше)	3	3	3	3
Концентрація фактичних смол, мг/100 см ³ , бензину (не більше): на місці виробництва на місці споживання	5 10	5 10	5 10	5 10
Індукційний період бензину на місці виробництва, хв (не менше)	600	600	600	600
Масова частка сірки, % (не більше)	0,05	0,05	0,05	0,05
Масова частка меркаптанової сірки, % (не більше)	0,001	0,001	0,001	0,001
Випробування на мідній пластинці	Витримує			
Водорозчинні кислоти і луги	Відсутні			
Механічні домішки й вода	Відсутні			
Колір	Безбарвний або блідо-жовтий			

Закінчення табл. 2.3

Показник	Марка			
	А-80	А-92	А-95	А-96
Концентрація свинцю, г/дм ³ , в бензині (не більше): етилований неетилований	— 0,013	— 0,013	— 0,013	0,05 0,013
Сумарний вміст ароматичних вуглеводнів, %	Не нормується, визначення обов'язкове			
Масова частка бензолу, % (не більше)	5,0	5,0	5,0	5,0
Густина за 20 °С, кг/м ³	Не нормується, визначення обов'язкове			

Таблиця 2.4

**Характеристика бензину автомобільного неетилованого
А-98 за ТУ У 320.00158764.025—99**

Показник	Значення
Детонаційна стійкість: октанове число за ДМ (не менше) октанове число за ММ (не менше)	98,8 88,0
Концентрація свинцю, г/дм ³ , в неетилованому бензині (не більше)	0,013
Фракційний склад: температура початку кипіння бензину, °С (не нижче) 10 % бензину, переганяється за температури, °С (не вище) 50 % бензину, переганяється за температури, °С (не вище) 90 % бензину, переганяється за температури, °С (не вище) температура кінця кипіння, °С (не більше) залишок у колбі, % (не більше) залишок і витрати, % (не більше)	30 75 120 190 215 1,5 4,0

Закінчення табл. 2.4

Показник	Значення
Тиск насичених парів бензину, кПа (не більше)	79,9
Кислотність, мг КОН на 100 см ³ бензину (не більше)	3,0
Концентрація фактичних смол, мг на 100 см ³ , бензину (не більше): на місці виробництва на місці споживання	5,0 10,0
Індукційний період бензину на місці виробництва, хв (не менше)	600
Масова частка сірки, % (не більше)	0,05
Масова частка меркаптанової сірки, % (не більше)	0,01
Випробування на мідній пластинці	Витримує
Водорозчинні кислоти і луги	Відсутні
Механічні домішки і вода	»
Колір	Безбарвний або блідо-жовтий
Сумарний вміст ароматичних вуглеводнів, %	Не нормується, визначення обов'язкове
Масова частка бензолу, % (не більше)	5,0
Густина за 20 °С, кг/м ³ (не більше)	Не нормується, визначення обов'язкове

Таблиця 2.5

**Характеристика бензинів (моторних сумішевих) неетилованих
за ГСТУ 320.00149943.015—2000**

Показник	Марка			
	А-80Ек	А-92Ек	А-95Ек	А-96Ек
Детонаційна стійкість:				
октанове число за ДМ (не менше)	80,0	92,0	95,0	98,0
октанове число за ММ (не менше)	76,0	82,5	85,0	88,0
Фракційний склад:				
температура початку кипіння бензину, °С (не нижче)	30	30	30	30
10 % переганяється за температури, °С (не вище)	75	75	75	75
50 % переганяється за температури, °С (не вище)	120	120	120	120
90 % переганяється за температури, °С (не вище)	190	190	190	190
температура кінця кипіння, °С (не вище)	215	215	215	215
залишок у колбі, % (не більше)	1,5	1,5	1,5	1,5
залишок і витрати, % (не більше)	4,0	4,0	4,0	4,0
Тиск насичених парів бензину, кПа (не більше)	79,9	79,9	79,9	79,9
Кислотність, мг КОН на 100 см ³ бензину (не більше)	3,0	3,0	3,0	3,0
Концентрація фактичних смол, мг на 100 см ³ , в бензині (не більше):				
на місці виробництва	5,0	5,0	5,0	5,0
на місці споживання	10,0	10,0	10,0	10,0
Індукційний період бензину на місці виробництва, хв (не менше)	360	360	360	360

§ 2.9

Асортимент, основні показники якості та склад вітчизняних товарних бензинів

Закінчення табл. 2.5

Показник	Марка			
	А-80Ек	А-92Ек	А-95Ек	А-96Ек
Масова частка сірки, % (не більше)	0,05	0,05	0,05	0,05
Масова частка меркаптанової сірки, % (не більше)	0,001	0,001	0,001	0,001
Випробування на мідній пластинці	Витримує			
Водорозчинні кислоти і луги	Відсутні			
Механічні домішки і вода	»			
Колір	Безбарвний та прозорий			
Концентрація свинцю, г/дм ³ , в не- етилованому бензині (не більше)	0,013	0,013	0,013	0,013
Сумарний вміст ароматичних вуглеводнів, % (не більше)	45	45	45	45
Масова частка бензолу, % (не більше)	5,0	5,0	5,0	5,0
Масова частка ВКД, % (не більше)	6,00	6,00	6,00	6,00
Густина при 20 °С, кг/м ³ (не більше)	Не нормується, визначення обов'язкове			

**Умовне позначення бензинів:
за ГОСТ 2084—77**

А-76: А — бензин автомобільний; 76 — відповідно ОЧМ;

АИ-93, АИ-95:

93, 95 — відповідно ОЧД;

за ТУ У 00149943.501—98

А-80, А-92, А-95, А-96:

80, 92, 95, 96 — відповідно ОЧД;

за ТУ У 320.00158764.025—99

А-98:

98 — ОЧД;

за ГСТУ 320.00149943.015—2000

А-80Ек, А-90Ек, А-95Ек, А-98Ек:

80, 90, 95, 98 — ОЧД;

Ек — має поліфункціональну високооктанову кисневмісну добавку (ВКД) — «Екооктан +».

Базовими компонентами для виробництва товарних автобензинів є бензини каталітичного риформінгу та каталітичного крекінгу.

Бензини *каталітичного риформінгу* характеризуються низьким вмістом сірки і в їхньому складі практично відсутні олефіни, внаслідок чого вони високостабільні при зберіганні, однак вміст ароматичних вуглеводнів обмежується відповідно до екологічних вимог. До їхніх недоліків також належать нерівномірність розподілу детонаційної стійкості за фракціями.

Бензини *каталітичного крекінгу* характеризуються низькою масовою часткою сірки й ОЧД від 90 до 93.

Вміст ароматичних вуглеводнів у них дорівнює 30...40 %, а олефінових речовин — 25...35 %. У їхньому складі практично відсутні вуглеводні, через що вони мають відносно високу хімічну стабільність (індукційний період становить від 800 до 900 хв).

Порівняно з бензинами каталітичного риформінгу для бензинів цієї групи характерне рівномірніше розподілення детонаційної стійкості за фракціями. Тому для виробництва товарних бензинів доцільно використовувати суміші компонентів каталітичного риформінгу та каталітичного крекінгу.

Бензини *термічних процесів*, таких як крекінг і сповільнене коксування, мають низьку детонаційну стійкість і хімічну стабільність, високий вміст сірки й використовуються тільки для виробництва низькооктанових бензинів в обмежених обсягах.

Для виробництва товарних високооктанових бензинів використовуються ізооктан, ізопептан і толуол, а також добавки кисневмісних компонентів: метилтретиннобутиловий ефір (МТБЕ), третилбутилова суміш (ТБС), високооктанова киснева добавка (ВКД), етилтретиннобутиловий ефір (ЕТБЕ) (табл. 2.6).

Таблиця 2.6

Властивості кисневмісних високооктанових компонентів

Показник	Метанол	Етанол	ТБС	МТБЕ	ЕТБЕ
Детонаційна стійкість: ОЧМ ОЧД	95 114	94 111	89 106	101 117	105 118
Температура, °С кипіння застигання	64,4 -97,8	78,5 -117,3	82,8 -25,5	55,2 -108,6	73,1 -94,0
Нижча теплота згоряння, ккал/кг	4650	6380	7806	8395	8608
Теплота випарювання, ккал/кг	263	200	126	81,7	74,3
Густина за 20 °С, кг/м ³ (не більше)	793	789	789	840	740

§ 2.10
Визначення придатності бензину до застосування

Бензин можна використовувати тільки за умови, якщо його фізико-хімічні й експлуатаційні властивості відповідають вимогам державних стандартів або технічних умов. Тому на бензин, що отримується, необхідно брати з нафтобази паспорт якості. В нього вписують дату одержання, номер партії, марку бензину, основні фізико-хімічні показники (фактичні):

Виписка з паспорта на автомобільний бензин
Паспорт якості № ____ на автомобільний бензин А-80 із резеруара № ____

Густина за 20 °С, 724 кг/м ³	Початок кипіння 39 °С
Октанове число за моторним методом 76	Температура перегонки: 10 % 70 °С
Концентрація ТЕС, 0,22 г/кг	50 % 115 °С

Тиск насичених парів, 640 кПа	90 % 172 °C
Масова частка сірки 0,06 %	Кінець кипіння 193 °C
Концентрація фактичних смол 3,8 мг на 100 мл	Залишок 1,4 % Залишок і витрати 3,5 %

Маючи на руках паспорт, насамперед слід зіставити вказані в ньому значення показників із відповідними значеннями з державного стандарту або технічних умов, і тільки якщо паспортні дані відповідають їхнім вимогам, то бензин *стандартний* і його можна використовувати.

Продукт вважається **нестандартним**, якщо є навіть невелике відхилення від норм стандарту хоча б за одним показником.

У розглянутому прикладі, згідно з паспортом, якість автомобільного бензину А-76 (А-80) відповідає державному стандарту.

Під час транспортування й особливо зберігання деяких бензинів їхні властивості змінюються настільки, що до моменту використання ці бензини виявляються нестандартними. Проте це зовсім не означає, що продукт у всіх випадках слід бракувати. В цьому разі потрібно оцінювати фактичні показники якості бензинів із урахуванням допустимих відхилень від стандартних значень.

**Допустимі відхилення від стандартних показників якості
автомобільних бензинів:**

<i>Показник</i>	<i>Допустиме відхилення</i>	<i>Показник</i>	<i>Допустиме відхилення</i>
Октанове число	−1		
Кислотність, мг КОН на 100 мл	0,5	Температура початку кипіння, °C	−5
Концентрація фактичних смол, мг на 100 мл, для:		Температура перегонки, °C:	
		10 %	+3
А-80	+5	50 %	+3
А-93, А-98	+3	90 %	+3
		Кінець кипіння, °C	+5
		Залишок, %	+0,3

Якщо фактичні відхилення показників якості автомобільних бензинів від стандартних не перевищують зазначених, то такі нестандартні бензини можна застосовувати за прямим призначенням, а якщо ці відхилення вищі за гранично допустимі, то бензини можна використовувати лише після доведення цих показників до стандартних з урахуванням допустимих відхилень. Найпростіший спосіб досягнення цього — змішування некондиційного бензину з іншими, що за відповідними показниками мають запас якості.

Таблиця 2.7

Вплив зміни властивостей бензину на роботу двигуна

Зміни показників стосовно норми	Вплив зміни показника на роботу ДВЗ	Ознаки порушення роботи двигуна
Октанове число: зменшення збільшення	Виникає процес детонації З'являється можливість підвищення ступеня стиснення	Металевий стук у циліндрах, вібрація двигуна, перегрівання головок циліндрів, димний вихлоп, зниження потужності двигуна Підвищення потужності двигуна
Температура початку кипіння і википання 10 % бензину: зменшення збільшення	Виникають пароповітряні пробки в системі живлення Погіршуються пускові якості	Двигун працює з перебоями Поганий запуск двигуна
Температура перегонки 50 % бензину: зменшення збільшення	Швидше прогрівання двигуна, але з'являється можливість утворення парових пробок Повільніше прогрівання двигуна	Можливість швидкого переходу з малих на великі оберти Утруднюється перехід із малих обертів на великі

ГЛАВА 2
Хіммотологія бензинів

Закінчення табл. 2.7

Зміни показників стосовно норми	Вплив зміни показника на роботу ДВЗ	Ознаки порушення роботи двигуна
Температура перегонки 90 % бензину: зменшення	Поліпшуються умови згоряння палива	Підвищення потужності двигуна, зменшення кількості шкідливих речовин у відпрацьованих газах
збільшення	Погіршуються умови згоряння палива	Потужність двигуна зменшується, збільшується кількість шкідливих речовин у відпрацьованих газах
Температура кінця кипіння бензину: зменшення	Поліпшуються умови згоряння палива	Збільшення потужності двигуна, зменшення зношування деталей
збільшення	Погіршуються умови згоряння палива	Зменшення потужності двигуна, збільшення зношування деталей
Забрудненість: наявність води	Знижується теплотворна здатність палива	Перебої в роботі двигуна внаслідок погіршення згоряння палива. За незначної кількості води у дрібнодисперсному стані поліпшується робота двигуна, збільшується потужність і зменшується питома витрата палива
механічні домішки	Підвищується ступінь зношування деталей циліндропоршневої групи та паливної апаратури	Засмічення жиклерів і фільтрів. Перебої в роботі двигуна. Двигун може заглухнути
Збільшення фактичних смол	Збільшується кількість смол у паливопроводах і карбюраторі	Погіршується наповнення циліндрів, збільшується нагаротворення, а потужність двигуна знижується. Виникає можливість розжарювального запалення і детонації

Встановлено, що використання нестандартних і некондиційних бензинів спричиняє інтенсивне спрацювання деталей двигуна й, як наслідок, збільшення витрат на його обслуговування та ремонт (табл. 2.7).

§ 2.11

Асортимент зарубіжних автомобільних бензинів

У різних регіонах світу використовують різні марки автомобільних бензинів.

У Росії поряд із випуском автомобільних бензинів за ГОСТ 2084—77 і ГОСТ Р 51105—97 розпочато випуск неетилованих автомобільних бензинів марок «Нормаль-80», «Регулятор-91», «Преміум-95», «Супер-98». Фізико-хімічні та експлуатаційні показники неетилованих автомобільних бензинів за ГОСТ Р 51105—97 для використання в автомобільних двигунах та двигунах мотоциклів, а також у двигунах внутрішнього згоряння іншого призначення, розрахованих на використання етилованого й неетилованого бензинів, наведено в табл. 2.8.

Європейський стандарт EN 228 діє в країнах ЄЕС з 1996 р. Стандарт передбачає випуск автомобільних бензинів марок «super» або «superplus» (S) з ОЧД відповідно 98 і 99, «premium» або «european» (P) з ОЧД 95 і «regular» (R) з ОЧД 90 або 91.

Усі марки автомобільних бензинів виробляються неетилованими чотирьох видів: Summer (літні) — S, Winter (зимові) — W, Intermediate (проміжні) — I і Intermediate mixtures (міжсезонні суміші) — I (табл. 2.9).

У США використовують тільки неетиловані бензини марок «regular», «midtrade», «premium» і «superpremium».

У Південно-Східній Азії використовують автомобільні бензини 91RON, 92RON, 95RON і 97RON (аббревіатура RON складена з перших літер англійських слів «research octane number», тобто «октанове число за дослідницьким методом», усі вони літні та малоетиловані (вміст свинцю до 0,01 г/дм³).

Таблиця 2.8

**Фізико-хімічні показники
неетиллованих автомобільних бензинів за ГОСТ Р 51105—97**

Показник	«Нормаль-80»	«Регуляр-91»	«Премиум-95»	«Супер-98»
Октанове число, не менше: за моторним методом за дослідницьким методом	76,0 80,0	82,5 91,0	85,0 95,0	88,0 98,0
Концентрація свинцю, г/дм ³ , в бензині (не більше)	0,01	0,01	0,01	0,01
Концентрація марган- цю, мг/дм ³ бензину (не більше)	50	18	50	50
Концентрація фактич- них смол, мг/100 см ³ , в бензині (не більше)	5	5	5	5
Індукційний період бензину, хв (не менше)	360	360	360	360
Масова частка сірки, % (не більше)	0,05	0,05	0,05	0,05
Об'ємна частка бензо- лу, % (не більше)	5	5	5	5
Випробування на мідній пластинці	Витримує			
Зовнішній вигляд	Безбарвний та прозорий			
Густина за 15 °С, кг/м ³ (в межах)	700...750	725...780	725...780	725...780

Таблиця 2.9

Європейські національні специфікації на неетилівані бензини

Країна	Октанове число для марок		Тиск насичених парів (кПа) для видів	Кількість бензину (%), що переганяється за температури, °C			Максимальна температура кипіння, °C	Густина, кг/м³	Сірка, %
	ДМ (min)	ММ (min)		70	100	200			
Австрія	S 98,0	87,0	S 35...70	15...45	40...65	>85	215	725...780	0,05
	P 95,0	85,0	I суміші	15...47	43...70	>85			
	R 91,0	82,5	W 55...90						
Велика Британія	S 98,0	87,0	S 45...80	15...45	40...65	>85	>215	725...780	0,05
	P 95,0	85,0	W 65...100	20...50	43...70	>85			
	R 91,0	82,5							
Бельгія	S 98,0	88,0	S 45...80	15...45	40...65	>85		730...780	0,10
	P 95,0	85,0	I суміші	15...47	43...70	>85		725...775	
	R 90,0	80,0	W 60...95					720...770	
Греція	P 95,0	85,0	S 35...70	15...45	40...65	85	215	725...780	0,05
			I 45...80			85	215		
Данія	S 98,0	87,0	S 45...80	15...45	40...65	>85		730...780	0,10
	P 95,0	85,0	I 58...90	15...47	43...70	>85		730...770	
	R 90,0	83,0	W 70...95	15...47	43...70	>85		710...750	
Іспанія	S 98,0	87,0	S 48...64	15...45	40...65	>85	215	735...785	0,10
	P 95,0	85,0	W 55...78	15...45	40...65	>85	210		
			S 48...64	15...45	30...70	>85			
Італія			W 55...78	15...45	30...70	>85			
	P 95,0	85,0	S 35...70	15...45	40...65	>85	215	725...780	0,05
			I 45...80	15...45	40...65	>85			
			W 55...90	15...45	43...70	>85			

Закінчення табл. 2.9.

Країна	Октанове число для марок		Тиск насичених парів (кПа) для видів	Кількість бензину (%), що переганяється за температури, °С			Максимальна температура кипіння, °С	Густина, кг/м³	Сірка, %
	ДМ (min)	ММ (min)		70	100	200			
Нідерланди	P 95,0	85,0	S 45...80 I суміші W 60...95	15...45 15...47	40...65 43...70	>85 >85	215	725...780	0,05
	S 98,0 P 95,0 R 90,0	88,0 85,0 82,0	S 35...70 I суміші W 55...90	15...45 15...47	40...65 43...70	>85 >85	215	725...780	0,05
Норвегія	S 98,0 P 95,0	87,0 85,0	S 55...90 W 65...100	15...47 20...50	43...70 43...70	>85 >85	215	725...780	0,05
	P 95,0	85,0	S 35...70 I 45...80 W 60...95	15...45 15...45 15...47	40...65 40...65 43...70	>85 >85 >85	215	735...785	0,10
Фінляндія	S 98,0	88,0	S 60...80	15...45	40...65	85	215	725...780	0,05
	P 95,0	85,0	W 80...100	20...50	43...70	91	210		
	S 99,0	88,0	S 65...70	20...40	43...63				
	P 95,0	85,0	W 85...90	20...45	48...70				
Франція	P 95,0	85,0	S 35...70 I 45...80 W 55...90	15...45 15...45 15...47	40...65 40...65 40...70	>85 >85 >85	215	725...780	0,05
Швеція	P 95,0	85,0	S 0,45...0,75 W 0,65...0,95	15...45 15...47	43...65 45...85	>85 >85	215	725...775	0,05

Примітка. Для всіх бензинів залишок у колбі становить 2 % (max).



**Контрольні запитання
та завдання**

1. Що таке бензин та які вимоги ставляться до нього?
2. Що таке випаровуваність бензинів та якими стандартними показниками вона оцінюється? Як впливає фракційний склад бензину на пуск і роботу двигуна?
3. Що таке низькотемпературні властивості бензинів? Що таке обмерзання карбюратора і які його причини?
4. Що таке коефіцієнти надлишку повітря? Що таке багаті та бідні суміші?
5. Що таке теплота згоряння палива? Які фактори впливають на швидкість його згоряння?
6. Що таке детонація та розжарювальне запалювання?
7. Що таке кислотність та індукційний період бензинів? Назвіть терміни зберігання бензинів.
8. Як впливають мінеральні й органічні кислоти на якість бензинів?
9. Як розрахувати температуру можливості запуску двигуна?
10. Поясніть за номограмою зони температур: легкого пуску, неможливого пуску, швидкого та повільного прогріву двигуна.
11. Назвіть марки бензинів. Чому одні бензини позначаються літерою А, тоді як інші — літерами АІ? Як позначаються нові бензини за ТУ У?
12. Що таке нестандартні бензини? Які вимоги до застосування цих бензинів?
13. Назвіть марки зарубіжних бензинів.

Глава 3

ХІММОТОЛОГІЯ ДИЗЕЛЬНИХ ПАЛИВ

§ 3.1

Загальні властивості

Дизельне паливо являє собою газовогазойлеві фракції переробки нафти з температурами кипіння від 200 до 350 °С. Це прозора, більш в'язка порівняно з бензином рідина від жовтого до світло-коричневого кольору. Його забарвлення залежить від концентрації смол.

Дизельне паливо — це горюча рідина; температурні границі займання — від 57 до 119 °С, а температура самозаймання — 300...330 °С. Гранично допустима концентрація парів дизельного палива в повітрі робочої зони — 300 мг/м³. Дизельне паливо належить до малотоксичних речовин: подразнює слизові оболонки й шкіру людини.

Потреба в дизельному паливі, як і в бензині, дуже велика. Достатньо зазначити, що середня витрата його, наприклад, для автомобіля МАЗ-500 — 24 л на 100 км пробігу, для автомобіля КраЗ — 55 л на 100 км пробігу, а витрати на придбання палива становлять 8...10 % собівартості перевезень. Оскільки намітилася тенденція переведення автомобілів на дизельне паливо, його значення для нашої країни зростатиме з року в рік.

Дизельні двигуни дуже поширені в усіх галузях економіки: їх установлюють на тракторах, самохідних шасі, автомобілях. Основні їхні переваги над карбюраторними — висока економічність. Дизельне паливо дешевше за бензини, а витрати його на 30...40 % менші, надійність при експлуатації машин вища, пожежонебезпечність нижча.

Проте дизельне паливо порівняно з бензином має істотний недолік: набагато обмеженіша сировинна база. Дизельне паливо виробляють переважно прямою перегонкою й каталітичним крекінгом із

наступним очищенням, тоді як бензин виробляють не лише з нафти, а й із газів, вугілля, важких нафтопродуктів, у тому числі дизельного палива.

Експлуатаційні вимоги до дизельних палив, що забезпечують нормальну роботу двигуна, такі:

- усунення перегріву та підвищеного зношування складальних одиниць двигуна;
- забезпечення необхідної потужності й економічності;
- забезпечення безвідмовності та довговічності роботи двигуна;
- відсутність сірчаних з'єднань, водорозчинних кислот і лугів, а також механічних домішок і води;
- забезпечення корозійної стійкості та відсутність інтенсивного зношування складальних одиниць двигуна;
- відсутність корозійного впливу на систему живлення двигуна.

Аби в двигуні забезпечувалося повне й якісне згоряння палива, воно має задовольняти такі експлуатаційні вимоги:

- добра прокачуваність крізь фільтри, сепаратори, отвори для безперебійної й надійної роботи насоса високого тиску;
- забезпечення тонкого розпилювання та гарного сумішоутворення та згоряння;
- надійне займання;
- повне згоряння без утворення диму, щоб двигун легко запускався й м'яко працював;
- якнайменше утворення нагару на клапанах, кільцях, поршнях і відкладень у зоні розпилювачів форсунки й у камері згоряння;
- якомога вища хімічна стабільність під час тривалого зберігання й транспортування.

Знання властивостей дизельних палив (табл. 3.1) та вміння їх застосовувати дає змогу технічно грамотно експлуатувати машини з дизельними двигунами.

Від якості палива залежить надійність роботи двигуна і як наслідок — витрати на його обслуговування та ремонт і, зрештою, собівартість експлуатації машини.

Таблиця 3.1

**Основні показники,
що визначають експлуатаційні властивості дизельних палив**

Показник	Пояснення	Вплив на ефективність, безвідмовність і довговічність двигуна
Цетанове число	Показник займистості дизельного палива. Для швидкохідних двигунів застосовується паливо з цетановим числом 40...55	Із підвищенням цетанового числа процес згоряння відбувається повільніше, двигун працює економніше і м'якіше, ніж на низькоцетановому паливі. Проте в разі збільшення цетанового числа понад 60...65 робота дизеля погіршується, оскільки паливо згоряє не повністю. При цьому збільшується тиск і питома витрата палива. Крім того, цетанове число істотно впливає на пускові властивості палива: чим кращі ці властивості, тим легше запускається двигун за низьких температур повітря
В'язкість	Характеризує текучість палива. Оцінюється в одиницях кінематичної та динамічної в'язкості	В'язкість палива впливає на його розпилення й як наслідок — на процеси сумішоутворення й згоряння, а також на роботу паливної апаратури та на зношування деталей двигуна
Температура помутніння	Характеризує низькотемпературні властивості палива. Це температура, за якої втрачається фазова однорідність палива внаслідок змерзання найдрібніших крапель води і зрощування кристалів парафінів. При цьому паливо мутніє та набуває білого кольору	Розмір кристалів залежить від швидкості охолодження: в разі повільного охолодження утворюються більші кристали (15...40 мкм), а за швидкої — дрібніші (4...10 мкм). Кристали парафіну та льоду можуть частково або цілком закупорити фільтри, внаслідок чого порушується або припиняється подача палива до насосів і форсунок

Продовження табл. 3.1

Показник	Пояснення	Вплив на ефективність, безвідмовність і довговічність двигуна
Температура застигання	Також характеризує низькотемпературні властивості палива. Це температура втрати рухливості палива внаслідок зрощування кристалів, які утворюють сітчастий або стільниковий каркас	Для роботи двигуна практичного значення не має, оскільки подавання палива припиняється вже за температури помутніння. Для поліпшення низькотемпературних властивостей дизельних палив у процесі виробництва видаляють парафін (депарафінізація), вводять депресорні присадки, які знижують температуру застигання на 10...50 °С, зменшують в'язкість, полегшують фракційний склад (найчастіше додаванням газових фракцій)
Фракційний склад: температура перегонки 50 % об'єму палива t_{50} температура перегонки 96 % об'єму палива t_{96}	t_{50} характеризує наявність легких фракцій t_{96} характеризує наявність важких фракцій	Чим більше в паливі легких фракцій, тим швидше та повніше вони випаровуються, тим легше запустити двигун, особливо за низьких температур повітря Чим важчі фракції дизельного палива, тим нижча температура його самозаймання. Тому бензин (температура якого на 100 °С вища за температуру самозаймання дизельного палива) додавати до дизельного палива не можна
Коксівність (коксове число)	Характеризує схильність палива до утворення коксових відкладень під час згоряння. Визначається нагріванням па-	Закоксування отворів розпилювачів форсунок спричиняє погіршення розпилювання палива, зниження, а іноді й припинення його подавання

Продовження табл. 3.1

Показник	Пояснення	Вплив на ефективність, безвідмовність і довговічність двигуна
	лива до високих температур (800...900 °С) без доступу повітря, внаслідок чого відбуваються випаровування й розкладання палива з утворенням коксового залишку (виражається у %)	
Кислотність (кислотне число)	Характеризує наявність у паливі вільних кислот. Це кількість міліграмів гідроксиду калію (KOH), витраченого на нейтралізацію вільних кислот, що містяться в 100/см ³ палива	Присутність у паливі органічних кислот спричиняє корозію металів. Чим більше кислотне число, тим більша корозія деталей
Йодне число	Оцінює концентрацію в паливі ненасичених вуглеводнів, а отже, хімічну нестабільність палива і, як наслідок — його здатність до збереження своїх властивостей. Характеризує один із аспектів хімічної стабільності нафтопродуктів. Це кількість йоду в грамах, що вступає в реакцію зі 100 мл палива. Йод енергійно реагує з ненасиченими вуглеводнями (олефінами)	Чим більше йодне число, тим більше олефінів міститься в паливі і тим гірше воно за якістю. Олефіни в процесі зберігання та транспортування окиснюються з виділенням смол, які порушують систему живлення і збільшують нагароутворення
Зольність	Характеризує схильність дизельних палив до утворення відкладень. Визна-	Зола не лише бере участь в утворенні нагарів, а й підвищує зношування деталей двигуна

§ 3.2

Показники властивостей дизельного палива, що впливають на його подачу та сумішоутворення

Закінчення табл. 3.1

Показник	Пояснення	Вплив на ефективність, безвідмовність і довговічність двигуна
	чається випаровуванням 1 л палива в колбі до отримання 30...40 мл залишку, який потім пропарюється в тиглі до темно-червоного кольору і повного обзолення. Мінеральний залишок виражається у відсотках на 1 л палива	

§ 3.2

Показники властивостей дизельного палива, що впливають на його подачу та сумішоутворення

Система живлення дизеля складається з паливного бака, перекачувального насоса, фільтра грубої і тонкої очистки, насоса високого тиску, трубопроводів (низького і високого тисків) і форсунок.

Прокачування палива, робота паливного насоса, зношування прецизійних пар і форсунок, для яких паливо одночасно є й *мастилом*, тонкість розпилення та повнота згоряння палива, його витрати, склад відпрацьованих газів великою мірою залежать від в'язкості дизельного палива, його низькотемпературних властивостей, наявності механічних домішок і води.

- **В'язучі властивості.** Вони характеризуються густиною, в'язкістю та поверхневим натягом палива.

За *густиною* дизельні палива різняться мало (коливання при 20 °C не виходить за межу 830 кг/м³).

В'язкість дизельного палива дуже залежить від температури, тому коли говорять про в'язкість, то обов'язково зазначають, за якої температури вона визначалась. Із підвищенням температури в'язкість дизельного палива зменшується і навпаки.

Поверхневий натяг при 20 °С становить 25...30 нМ/м³. Однак за в'язкістю та іншими властивостями марки дизельного палива можуть мати великі розбіжності.

Для сучасних швидкохідних дизелів найкращими вважаються кінематичні в'язкості $(2,5...3) \times 10^{-6}$ мм²/с при 20 °С та $(30...60) \times 10^{-6}$ мм²/с — для тихохідних, тобто в'язкість дизельного палива приблизно в п'ять разів вища від бензину.

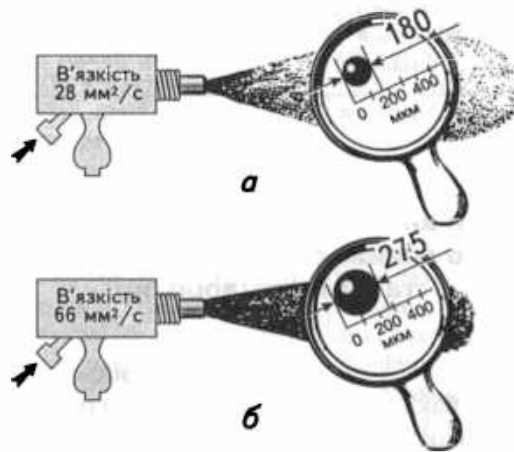


Рис. 3.1.
Схема факела розпилення палива за підвищеної (а) та малої (б) в'язкості

Якщо в'язкість палива недостатня, то кут його розпилення великий (рис. 3.1), а глибина поширення палива в камеру згоряння, навпаки, невелика, що погіршує процес сумішоутворення. Недостатня в'язкість палива погіршує мащення деталей паливної апаратури і зумовлює його витікання крізь зазори між прецизійними парами насоса, внаслідок чого потужність двигуна знижується. Якщо в'язкість палива велика (або мала), то кут конуса його розпилення зменшується (або збільшується), а глибина проникнення факела до камери

згоряння збільшується (або зменшується). При цьому частина палива осідає на стінках циліндра та днищі поршня і не згоряє, переходячи в лак і нагар. Це спричиняє димлення та збільшення витрати палива, а потужність двигуна зменшується.

Таким чином, в'язкість дизельного палива є одним із основних факторів, який характеризує експлуатаційні властивості палива, особливо в зимовий період. Зі зниженням температури в'язкість дизельного палива зростає. При цьому ускладнюються його прогонність крізь паливопроводи, фільтрація палива та пуск двигуна, що пов'язане з погіршенням розпилення і випаровуваності палива.

Однак в'язкість палива навіть за дуже низької температури не збільшується до значень, за яких утруднюється експлуатація двигуна.

Для забезпечення нормальної роботи дизелів у холодний період року зимові сорти палива виготовляють зі зменшеною в'язкістю, тому зі зниженням температури вона майже не збільшується.

● Низькотемпературні властивості.

До цих властивостей дизельного палива належать температури *помутніння та застигання*.

Дизельне паливо має різні низькотемпературні властивості залежно від його хімічного складу. Паливо, у складі якого є багато нафтових і ароматичних вуглеводнів, з охолодженням утрачає свою рухливість при температурі від -55 до -60 °C. Паливо, що складається з великої кількості *n*-парафінових вуглеводнів, має погані низькотемпературні властивості внаслідок кристалізації парафінів навіть за підвищених температур. Кристали парафінів забруднюють систему живлення двигуна, особливо паливні фільтри, утворюючи на них тоненьку парафінову плівку, порушують, а частіше припиняють подачу палива. При цьому паливо втрачає свою прозорість, мутнішає внаслідок виділення мікроскопічних кристалів льоду (у паливі завжди є гігроскопічна вода) й, основне, твердих вуглеводнів. З помутнінням паливо не втрачає рухливості. Кристали мають такі розміри, що проходять крізь елементи фільтрів грубої очистки, але можуть частково або повністю закупорити пори фільтрів тонкої очистки і порушити подачу палива до насосів і форсунок.

Найчастіше це трапляється під час пуску і прогрівання двигуна. Із подальшим зниженням температури кристали парафіну починають зрощуватись, утворюючи просторові ґрати, всередині яких міститься рідка фаза палива, й воно втрачає рухливість.

Температура помутніння для літнього палива становить -5°C , для зимового, для помірної зони, -25°C , а для холодної зони -35°C .

Температура застигання дизельного палива практичного значення не має у зв'язку з тим, що його подача припиняється вже за температури помутніння палива. Проте, враховуючи можливі похибки при визначенні температури помутніння, а також великі труднощі, які виникають при цьому, прийнято оцінювати низькотемпературні властивості дизельного палива і за температурою його застигання.

Нормальна робота дизеля можлива за умови, коли температура застигання палива на $5...10^{\circ}\text{C}$ нижча, ніж температура навколишнього повітря, або коли вона на $3...5^{\circ}\text{C}$ нижча від температури його помутніння.

Для поліпшення низькотемпературних властивостей дизельного палива з нього (при виготовленні) видаляють парафін, додають домішки, що зменшують температуру кристалізації, полегшують фракційний склад і зменшують його в'язкість.

Процес видалення парафіну з палива, який дістав назву *депарафінізації*, полягає у виморожуванні з нього парафіну за дуже низьких температур. При цьому дістають паливо з добрими низькотемпературними властивостями, але сам процес дуже складний та знижує цетанове число палива. Тому депарафінізацію використовують тільки для виготовлення арктичних сортів дизельного палива.

! Для збереження цетанового числа на потрібному рівні проводять неглибоку депарафінізацію палива.

Простіший і дешевший спосіб поліпшення низькотемпературних властивостей дизельного палива полягає у застосуванні депресорних присадок, які зменшують температуру його застигання на $10...15^{\circ}\text{C}$, але температура помутніння палива при цьому майже не змінюється.

Щоб усунути небезпечність утворення кристалів льоду, до реактивного палива, наприклад, додають *антильодотвірні домішки*. З'єднуючись з гігроскопічною водою, вони утворюють рідину, що не замерзає.

Найпростішим та досить дешевим й ефективним способом одержання дизельного палива з кращими низькотемпературними властивостями є *розбавлення його газосовими фракціями*. Цей спосіб широко застосовують для приготування зимових сортів палива, що мають полегшений фракційний склад, знижену в'язкість і низькі температури помутніння та застигання. Якщо зимові марки палива відсутні, то поліпшити низькотемпературні властивості літніх марок можна,

додаючи до них низькозастигаючий технічний гас (фракції реактивного палива).

В умовах України зимове дизельне паливо зовсім не потрібне. Досить за мінусових температур повітря додавати в літнє дизельне паливо технічний гас. За температури до $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ додають до 10 % гасу, а за нижчої — до 25 %. При цьому температура застигання суміші знижується на $8...10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Домішка звичайного гасу недопустима, оскільки він має погані низькотемпературні властивості (температура помутніння його дорівнює $-12...-15\text{ }^{\circ}\text{C}$). Тому перше ніж додавати гас, треба уточнити температуру його помутніння, яка має бути не вищою від $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, інакше домішка гасу не дає ефекту.

У разі значного розбавлення дизельного палива гасом зменшується цетанове число палива, що призводить до жорсткої роботи двигуна, погіршення мастильних властивостей палива, у зв'язку з чим підвищується зношування плунжерних пар, збільшуються витрати палива й оливи, підвищуються димність і токсичність відпрацьованих газів.

Марку дизельного палива (сезонність його застосування) можна визначити експрес-аналізом, для чого готують холодну суміш зі снігу або льоду з сіллю. В суху чисту пробірку заливають на $1/4$ її висоти дизельне паливо, щільно закривають кіркою (або ватою) і встановлюють вертикально в холодну суміш.

Через 20 хв пробірку виймають із холодної суміші, протирають іззовні від снігу та солі й переглядають її уміст. Якщо паливо помутніло, тобто втратило прозорість (а тим більше — рухливість), то воно є літньої марки.

§ 3.3 Згоряння палива та оцінювання його samozаймання

• Особливості робочого процесу.

Дизельні двигуни порівняно з бензиновими працюють за інтенсивніших режимів. Так, тиск у кінці такту стиску досягає $3...4\text{ МПа}$, а температура повітря в камері згоряння — $500...800\text{ }^{\circ}\text{C}$. Тиск впор-

скування палива у тракторних дизелях становить 12 МПа, а в автомобільних — 80...140 МПа. Час сумішоутворення в дизельних двигунах у 10 разів менший, ніж у бензинових. Так, якщо тривалість випаровування бензину в двигуні дорівнює 0,025 с, то у дизелях (за однакової частоти обертання вала) — від 0,002 до 0,003 с. Тому паливо у дизельних двигунах змішується з повітрям значно гірше, що потребує підвищеного надлишку повітря (коефіцієнт надлишку повітря у швидкохідних дизелях становить 1,2...1,5 проти 0,8...1,1 у бензинових двигунах).

Процес сумішоутворення та згоряння палива у дизелі значною мірою залежить від конструкції камери згоряння і характеризується періодом затримки самозаймання — часом від моменту впорскування суміші в циліндр дизеля до її займання. Цей період дуже короткий, але він істотно впливає на подальший процес згоряння палива. Затримка самозаймання суміші, що потрапила до камери згоряння, потрібна для забезпечення її повного випаровування та попереднього окиснення.

Застосування палива зі значно легшими фракціями, ніж передбачено інструкцією з експлуатації, виявляється не менш шкідливим, ніж із більш важкими. Пояснюється це тим, що із полегшенням фракційного складу палива, виготовленого з тієї самої сировини, зменшуються цетанове число і в'язкість, збільшується жорсткість роботи двигуна, погіршуються його пускові властивості та підвищується зношування паливоподавальної апаратури і циліндропоршневої групи. Тому дизельне паливо повинно мати найкращу випаровуваність.

Так, час для прокручування колінчастого вала до пуску двигуна на паливі з температурою його википання 50 %, що становить 225 °С, і цетановим числом 47,5 майже в дев'ять разів менший порівняно з часом, потрібним для пуску двигуна на паливі з вищою температурою википання, яка дорівнює 185 °С, та цетановим числом 52.

Однак це не означає, що для поліпшення випаровування і полегшення пуску дизельного двигуна можна застосовувати дуже легке паливо типу бензину, оскільки полегшення фракційного складу палива, тобто поліпшення його випаровування, призводить до збільшення періоду самозаймання палива.

Для займання палива без примусового запалювання необхідно, щоб температура, за якої самозаймається розпилене паливо, була

нижчою від температури, що виникає при стисненні повітря в циліндрі двигуна.

Паливо в циліндрі двигуна займається не відразу, а через деякий час, який називається *періодом затримки samozаймання*.

У момент, коли починається горіння палива, більша його частина, що надійшла на цей момент у камеру згоряння, встигає випаруватися, і процес горіння охоплює все нові порції паливоповітряної суміші. Паливо продовжує подаватися форсункою в камеру згоряння, де інтенсивно переміщується з повітрям, випаровується та швидко згоряє. Тиск у циліндрі значно підвищується і досягає максимального значення. Після закінчення подачі палива процес згоряння його продовжується, а температура газів зростає. Процес горіння закінчується, коли досягається максимальна температура газів у камері згоряння. Після цього догоряють залишки незгорілого палива та продукти неповного згоряння. Чим важче паливо, тим вищі його в'язкість та густина і тим тривалішим є період догоряння палива. Фаза догоряння може охоплювати до 70° оберту колінчастого вала (ОКВ) відносно верхньої мертвої точки (ВМТ). Процес догоряння палива впливає на димність і токсичність відпрацьованих газів.

У разі великої затримки samozаймання паливоповітряної суміші в циліндрі дизеля накопичується і відразу згоряє велика частина палива. Це спричинює різке наростання тиску на кожний градус оберту колінчастого вала. При цьому спостерігається жорстка робота двигуна.

Зовнішні ознаки жорсткої роботи двигуна ідентичні детонаційному згорянню бензину в бензинових двигунах, тобто прослуховується характерний металічний стук від дії ударної хвилі на поршень двигуна. Такт стиску в дизелі супроводжується вібрацією та перегріванням двигуна.

Під час жорсткої роботи двигуна спостерігається:

- підвищене зношування корінних підшипників колінчастого вала, особливо вкладишів через ударну хвилю на них;
- пригорають, деформуються, а іноді й ламаються поршневі кільця;
- збільшується прорив газів у картер двигуна;
- збільшуються витрати палива й оливи, а також димність і токсичність відпрацьованих газів.

Чим менша затримка самозаймання, тим скоріше займається паливо та повільніше зростає тиск у циліндрі, тобто м'якше працює двигун, і навпаки.

Таким чином, *жорсткість роботи дизеля*, що характеризується швидкістю збільшення тиску залежно від кута ОКВ, пов'язана із затримкою самозаймання палива.

Її оцінюють за збільшення тиску на 1° ОКВ. Вважається, що *двигун працює м'яко* за збільшення тиску до 0,25...0,50 МПа на 1° ОКВ, *жорстко* — за 0,6...0,9 МПа і *дуже жорстко*, коли тиск перевищує 0,9 МПа (такий режим може призвести до швидкого виходу двигуна з ладу).

! При жорсткій роботі двигуна підвищується зношування деталей кривошипно-шатунного механізму, зменшується економічність роботи двигуна та виникають інші шкідливі наслідки.

Період затримки самозаймання палива, темп збільшення тиску при його згорянні та, як наслідок, можливість появи жорсткої роботи дизеля залежать від ступеня стиску, випередження впорскування та інших факторів, у тому числі випаровування і самозаймання дизельного палива. Підбираючи для кожної конкретної моделі дизеля паливо, що має відповідні властивості (передусім це в'язкість, температура випаровування та самозаймання), можна забезпечити м'яку роботу, легкий пуск й оптимальні умови проходження робочого процесу в камері згорання.

При збільшенні ступеня стиску зменшується час затримки самозаймання палива, знижується швидкість зростання тиску, повільна та м'яка робота дизеля, питома витрата палива і поліпшуються пускові якості. Проте процес залежить не тільки від конструктивних особливостей дизельного двигуна, а й від властивостей самого палива.

Розглянемо це докладніше.

• **Схильність дизельного палива до самозаймання.** Цю властивість дизельного палива та виникнення жорсткої роботи двигуна оцінюють за цетановим числом.

Цетанове число — це показник, що характеризує період затримки займання дизельного палива. При визначенні цього числа, як і октанового числа бензину, користуються порівнянням роботи двигуна на досліджуваному та еталонному паливі. Останнє складається з чистих вуглеводнів: цетану й альфаметилнафталіну.

Цетан — це чистий вуглеводень парафінового ряду, для якого характерними є найшвидший розпад й окиснення у стисненому повітрі під впливом температури та тиску. Він має найменший період затримки samozаймання, що забезпечує м'яку роботу двигуна.

Альфа метилнафталін — це чистий вуглеводень, але ароматичного ряду, характеризується найбільшим періодом затримки та високою температурою samozаймання. Звідси різко збільшується тиск на 1° ОКВ і жорстка робота двигуна.

Схильність цетану до samozаймання умовно оцінюється у 100 одиниць, а альфа метилнафталіну — в нуль.

При змішуванні цетану з альфа метилнафталіном у різних співвідношеннях одержують низку еталонного палива з різною схильністю до samozаймання. Чим більше цетану в суміші, тим вища її схильність до samozаймання.

Для визначення samozаймання дизельного палива треба дібрати такий склад суміші цетану й альфа метилнафталіну, який був би рівнозначний за температурою samozаймання досліджуваному паливу.

Таким чином, цетанове число палива визначається відсотковим складом (за об'ємом) цетану в еталонному паливі, що має однакове samozаймання з досліджуваним паливом.

Але для дизельного палива має бути цетанове число в певних оптимальних межах. Для сучасних швидкохідних двигунів вітчизняного виробництва використовують паливо з цетановими числами 45 і 52. За більш високого цетанового числа пуск двигуна погіршується. Однак надійний пуск охолоджувального двигуна здебільшого залежить від його конструкції та режиму пуску, ніж від цетанового числа палива.

• **Способи підвищення цетанового числа.** Цетанове число палива можна підвищити двома способами: регулюванням вуглеводневого складу палива або введенням спеціальних присадок.

Перший спосіб ґрунтується на тому, що гемологічні ряди вуглеводнів за ознаками зниження цетанового і підвищення октанового чисел розміщуються в одному й тому самому порядку: нормальні парафіни — ізопарафіни — нафтени — ароматичні вуглеводні.

Отже, цетанове число можна значно підвищити, збільшуючи відсоток різних нормальних парафінів і знижуючи — ароматичних.

Другий спосіб ґрунтується на введенні кисневмісних добавок (органічні пероксиди, складні ефіри, спирти тощо).

Введення в паливо всього 1 % присадок дає змогу підвищити цетанове число на 8...12 одиниць.

§ 3.4 Корозійний вплив дизельного палива на метали

Нині дизельне паливо виготовляють в основному з нафти, що містить багато сірчаних сполук (запаси малосірчаних нафт обмежені). При перегонці нафти одержують газойлеві та солярові дисциляти з вмістом сірки до 1,0...1,3 %. Багато сірки є і в дизельному паливі. Тому його корозійна дія оцінюється наявністю в ньому сірки та кислотністю.

Уміст сірки та сірчаних сполук у дизельному паливі в 4...10 разів більший, ніж у бензинах, що спричинює інтенсивне зношування циліндропоршневої групи. В сучасному дизельному паливі за різними стандартами вміст сірки нормується від 0,05 до 1,0 %.

Дизельне паливо із сумарним умістом сірки не більше як 0,2 % не ускладнює роботу двигуна, тому його можна використовувати без обмежень. Однак при переробці сірчаних нафт цю норму витримати не вдається, тому ГОСТ 305—82 допускає випуск палива з умістом сірки до 0,5 %.

Установлено, що підвищення вмісту сірки в дизельному паливі з 0,2 до 0,6 % призводить до збільшення зношування гільз циліндрів і поршневих кілець у середньому на 15 %, а до 1 % — у 1,5 раза. Ступінь впливу сірчаної корозії на двигуни різних конструкцій залежить від їхньої теплонапруженості.

Більш схильні до корозії швидкохідні двигуни. При цьому корозія буває газова та хімічна.

Газова корозія виникає за температур у системі охолодження, вищих за оптимальну. При зниженні температури нижче оптимальної виникають умови для конденсації вологи. Сірчаний SO_3 та сірчистий SO_2 ангідриди, взаємодіючи з водою, утворюють сірчану H_2SO_4 і сірчисту H_2SO_3 кислоти. Вони й зумовлюють значну *хімічну корозію* нижнього пояса гільзи циліндра, а потрапляючи з відпрацьованими газами в картер двигуна, перемішуються з оливою, поширюючись

по всій системі та руйнуючи підшипники, шийки валів й інші деталі. Підшипники зі свинцевої бронзи схильні руйнуватися навіть під дією слабких органічних кислот.

Руйнівну дію кислот нейтралізують доданням у дизельне паливо антикорозійних присадок, з яких найефективнішим є нафтенат цинку (0,23...0,3 %). Дизельне паливо з умістом сірки більш як 0,2 % використовують тільки за умови, якщо двигун працює на оливі з антикорозійною присадкою. Хімічна корозія оцінюється кислотністю і наявністю меркаптанів.

Кислотність палива визначається наявністю в ньому активних сірчаних сполук (наприклад, сірководню, елементарної сірки). Тому наявність цих сполук у паливі дуже небажана, а при випуску палива із заводу їх має бути стільки, щоб перевірка на корозію (проба на мідну пластинку) давала негативний результат. Надмірна наявність меркаптанів у паливі збільшує корозійне зношування плунжерних пар і деталей форсунок. Тому кислотність не має перевищувати 5 мг КОН на 100 мл палива.

Наявність меркаптанів, сприяючи утворенню смол поряд зі смолами з олефінів та фактичними смолами, які є у паливі, призводить до осадження на запірних голках лакової плівки (з часом це зумовлює зависання голок розпилювача форсунок).

Через високу корозійну активність і малу хімічну стабільність меркаптанів для забезпечення чіткого контролю за їх наявністю у паливі, крім якісного аналізу (проба на мідну пластину), проводиться ще й кількісний (потенціометричний метод), за допомогою якого визначають уміст меркаптанової сірки, кількість якої не повинна перевищувати 0,1...0,2 %.

§ 3.5

Вплив властивостей дизельного палива на утворення відкладень у двигуні та нагароутворення

Хімічна стабільність дизельного палива залежить від наявності в ньому сірки, меркаптанів та інших компонентів. Дизельне паливо, яке одержують за перегонки нафти з низьким умістом сірки, характеризується високою хімічною стабільністю. При зберіганні його протягом п'яти і більше років

воно практично не змінює своїх властивостей, тоді як за тих самих умов дизельне паливо зі значною кількістю олефінів і меркаптанів істотно змінює свої властивості.

Внаслідок окиснення олефінів при транспортуванні та зберіганні дизельного палива кількість фактичних смол у ньому збільшується, що погіршує нормальну роботу системи живлення двигуна. Якщо смоли потрапляють у камеру згоряння, утворення нагару на деталях двигуна збільшується, що погіршує його економічні та силові показники. В реальних умовах існує рівноважний стан, за якого кількість утвореного нагару зрівноважується і його зростання на поверхнях камери згоряння, розпилювальних форсунках та в інших місцях припиняється. Важливе значення при цьому має режим роботи двигуна: чим більше його навантаження і вищий температурний режим, тим швидше встановлюється його рівновага за більш тонкого шару нагару. За певних умов нагар може повністю вигоряти та знову утворюватись.

! інтенсивність утворення нагару залежить від властивостей палива, наявності в ньому сірки, смол, золи, а також навантаження і температурного режиму двигуна.

Вплив сірки на утворення нагару пов'язаний з більш ефективним процесом окисної полімеризації вуглеводнів у присутності сполук сірки, в тому числі продуктів її згоряння.

Фактичні смоли, що є в дизельному паливі, — це домішки, які залишилися після очистки базових дистилатів.

Наявність смол у паливі також збільшує нагар і закоксованість кілець. Тому кількість їх у паливі суворо обмежується стандартом. Залежно від марки дизельного палива вміст смол не повинен перевищувати 30...40 мг на 100 мл палива, що не дуже багато. Проте на утворення нагару в камері згоряння впливають не тільки смоли, а й фракційний склад палива та в'язкість і, як наслідок, погане розпилювання палива, неповні його випаровування та згоряння, що призводить до утворення високотемпературних відкладень, продукти яких осідають на деталях двигуна.

На процес нагароутворення впливають також якість неорганічних домішок і стабільність палива.

Найбільше на цей процес впливає зниження тиску впорскування, через що різко погіршується якість розпилювання палива. Ось чому не рекомендується тривала робота дизелів на малих обертах.

Вплив властивостей дизельного палива на утворення відкладень у двигуні оцінюють коксівністю, зольністю та йодним числом.

Коксівність — це здатність нафтопродукту утворювати кокс під час згоряння. Коксівність оцінюється коксовим числом.

Коксове число характеризує здатність палива утворювати вугільний залишок за високотемпературного (800...900 °C) розкладання палива без доступу повітря. Коксівність палива залежить від хімічного складу і наявності в ньому продуктів окисної полімеризації, а також від кількості вуглеводнів, що мають низьку термоокисну стабільність.

Коксівність дизельного палива має бути не більшою за 0,3 %, а палива підвищеної якості — не більшою за 0,035 %.

Показник, що характеризує вміст ненасичених сполук у нафтопродукті, який виражається кількістю грамів йоду, витраченого на реакцію зі 100 г нафтопродукту, дістав назву *йодного числа*. При його визначенні створюються такі умови, коли йод здатний реагувати тільки з олефінами. Йодне число має не перевищувати 6 г на 100 г палива.

Схильність палива до лакоутворення оцінюють за вмістом лаку в міліграмах на 100 мл палива, для чого випаровують невелику кількість палива у спеціальному лакоутворювачі при температурі 250 °C.

Зольність палива — це відношення маси золи до маси палива, що подається, у відсотках. Зольність має не перевищувати 0,01 %.

Методика виявлення зольності полягає у випаровуванні проби палива та прожарюванні залишку у фарфоровому тиглі. Масу взятої проби визначають на аналітичних терезах.

§ 3.6 Вплив води та механічних домішок

Хоча дизельне паливо під час транспортування й зберігання випаровується й окиснюється значно менше, ніж бензин, проте для оцінки його придатності до застосування недостатньо звірити показники паспорта якості з вимогами стандарту. Дизельне паливо більш схильне до забруднення й обводнення, що зазвичай відбувається під час приймально-роздавальних операцій.

Згідно з ГОСТ 305—82 в паливі для швидкохідних двигунів не допускається вміст механічних домішок і води. За відсутністю забруднювачів умовно приймається масова частка механічних домішок

до 0,05 %, води — до 0,03 %. Вміст води в паливі до 0,025 % включно називають *слідками*.

Якщо в паливо потрапила вода, то під час перекачування внаслідок інтенсивного перемішування рідини насосами утворюється водна емульсія; частинки води з неї осідають дуже повільно, особливо в холодну пору року. Влітку (за 20 °C) невелика масова частка води (0,005 %) у вигляді розчину не ускладнює перекачування палива, а взимку кристали льоду закупорюють фільтри. Така кількість допустима в літніх сортах дизельного палива, а в зимових вона може призвести до помутніння палива.

Крім того, вода погіршує мастильні властивості палива й спричинює кавітаційні явища, підвищує небезпеку виникнення корозії та призводить до зависання голки розпилювача форсунок, що порушує нормальний процес впорскування палива.

На практиці масова частка води в паливі на пунктах заправки становить до 0,06, а в баках машин — 0,12 %.

Вода в паливі може міститися у вигляді розчину емульсії та відстояного шару. Тому перед заправкою паливо треба відстоювати не менше ніж 10 діб. Верхні шари після відстоювання в резервуарах будуть набагато чистішими за нижні (табл. 3.2). Тому паливо для заправляння машин треба брати з верхніх шарів.

Таблиця 3.2

**Швидкість осідання механічних домішок
у дизельному паливі в горизонтальному резервуарі
діаметром 2 м за температури 20 °C**

Показник	Час відстоювання, доба			
	1	2	3	10
Кількість осілих домішок, %	40	65	85	98
Вміст осілих на дно частинок (%) розміром, мм:				
понад 0,05	Повністю	Повністю	Повністю	Повністю
понад 0,05...0,01	50	75	85	100
понад 0,01...0,005	10	20	30	100
менше ніж 0,005	1	2,5	5	20
Висота шару палива без механічних домішок, см	—	10	25	100

Наявність води в дизельному паливі визначають візуально або за допомогою спеціального приладу (ГОСТ 2477—82).

У разі недбалого перевезення або зберігання палива в нього можуть потрапляти також різні механічні домішки — частинки як органічного, так і неорганічного походження. Найбільшої шкоди завдають абразивні забруднювачі кристалічної будови, які спричиняють спрацьовування деталей паливної апаратури. Тому для забезпечення нормальної роботи двигуна й видалення механічних домішок дизельне паливо перед заправленням машин необхідно фільтрувати.

Чистоту палива можна перевірити за допомогою фільтрувального паперу: чим менша й світліша пляма, тим вища якість палива.

Здатність палива запобігати забиванню фільтрів оцінюють коефіцієнтом фільтрації.

Коефіцієнт фільтрації для палив швидкохідних дизелів нормується стандартом, а в лабораторних умовах визначається за допомогою спеціального приладу.

Крізь паперовий фільтр послідовно пропускають 10 порцій випробовуваного палива об'ємом по 2 мл. Коефіцієнт фільтрації обчислюють як відношення тривалості фільтрації останньої порції палива до тривалості витікання першої. Чим цей коефіцієнт ближчий до одиниці, тим вища якість палива.

Коефіцієнт фільтрації сучасних товарних палив не більший за 3.

На фільтрацію дизельних палив в основному впливають хімічний склад вуглеводнів і кислотність. Нафтові кислоти, особливо в присутності води, утворюють драглисті осади й різко погіршують фільтрацію палива. Наявність у паливі гігроскопічної вологи не позначається на його фільтрації, проте якщо в паливі міститься емульсійна вода в кількості до 0,1 % (за масою), то коефіцієнт фільтрації збільшується на 5...10 %.

Коефіцієнт фільтрації палива впливає насамперед на термін служби паливних фільтрів. Тому, як уже зазначалося, на всіх етапах проходження палива до камери згоряння, особливо під час заправлення, його необхідно очищати відстоюванням (протягом не менш як 10 діб) та фільтруванням.

Для підвищення надійності паливної апаратури паливо слід зневоднювати, для чого до фільтрувальних елементів додаються водовіддільні та водовідштовхувальні ступені або фільтри-водовловлювачі.

Фільтри грубої та тонкої очистки палива автомобілів забиваються через 500...2500 км пробігу, залежно від умов експлуатації. Несвоєчасні промивання фільтра грубої очистки й заміна фільтрувальних елементів у фільтрі тонкої очистки спричиняють різке збільшення вмісту механічних домішок у паливі.

§ 3.7 Асортимент, основні показники якості та склад вітчизняних дизельних палив

Нафтопереробні заводи України виробляють за ДСТУ 3868—99 дизельне паливо двох марок:

Л (літнє) — для експлуатації дизелів за температури навколишнього повітря не нижче $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$; З (зимове) — для експлуатації за температури не нижче $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ (табл. 3.3).

За вмістом сірки дизельні палива поділяються на чотири види:

- I — масова частка сірки не більше як 0,05 %;
- II — масова частка сірки не більше як 0,10 %;
- III — масова частка сірки не більше як 0,2 %;
- IV — масова частка сірки не більше як 0,5%.

Таблиця 3.3

Характеристики дизельних палив за ДСТУ 3868—99

Показник	Норма для палива марки	
	Л	З
Цетанове число, не менше	45	45
Фракційний склад: 50 % палива переганяється за температури, $^{\circ}\text{C}$, не вище	280	280
96 % палива переганяється за температури, $^{\circ}\text{C}$, не вище	370	370
Кінематична в'язкість за температури $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\text{мм}^2/\text{с}$, в межах	3...6	1,8...6,0
Температура застигання, $^{\circ}\text{C}$, не вище	-10	-25

Закінчення табл. 3.3

Показник	Норма для палива марки	
	Л	З
Температура займання в закритому тиглі, °С, не нижче, для: тепловозних, суднових дизелів і газових турбін дизелів загального призначення	62 40	40 35
Масова частка сірки, %, не більше, в паливі виду: I II III IV	0,05 0,10 0,20 0,50	0,05 0,10 0,20 0,50
Масова частка меркаптанової сірки, %, не більше	0,01	0,01
Вміст сірководню	Відсутній	
Випробування на мідній пластинці	Витримує	
Концентрація фактичних смол, мг на 100 см ³ палива, не більше	40	30
Кислотність, мг КОН на 100 см ³ палива, не більше	5	5
Йодне число, г йоду на 100 г палива, не більше	6	6
Зольність, %, не більше	0,01	0,01
Коксівність 10 %-го залишку, %, не більше	0,30	0,30
Коефіцієнт фільтрації, не більше	3	3
Гранична температура фільтрації, °С, не вище	-5	-15
Вміст механічних домішок	Відсутній	
Вміст води	«	
Густина за температури 20 °С, кг/м ³ , не більше	860	840

**Приклади умовного позначення палив
за ДСТУ 3868—99:**

«Паливо дизельне Л-0,1-40 ДСТУ 3868—99» означає, що це літнє паливо з масовою часткою сірки 0,1 % і температурою займання 40 °С.

«Паливо дизельне З-0,1(-25) ДСТУ 3868—99» означає, що це зимове паливо з масовою часткою сірки 0,1 % і температурою застигання -25 °С.

Держстандарт України відновив в Україні чинність міждержавного стандарту ГОСТ 305—82 «Топливо дизельное. Технические условия» у зв'язку з тим, що за низькотемпературними властивостями паливо дизельне марки З, що виробляється за ДСТУ 3868—99, не відповідає експлуатаційним вимогам техніки, яка використовується Міністерством оборони України (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

**Характеристики дизельних палив
за ГОСТ 305—82**

Показник	Норма для палива марки		
	Л	З	А
Цетанове число, не менше	45	45	45
Фракційний склад: 50 % палива переганяється за температури, °С, не вище 96 % палива переганяється за температури, °С, не вище	280	280	255
	360	340	330
Кінематична в'язкість за температури 20 °С, мм ² /с, у межах	3,0...6,0	1,8...5,0	1,5...4,0
Температура застигання, °С, не вище, для: помірної зони холодної зони	-10 —	-35 -45	— -55
Температура помутніння, °С, не вище, для: помірної зони холодної зони	-5 —	-25 -35	— —

Закінчення табл. 3.4

Показник	Норма для палива марки		
	Л	З	А
Температура займання в закритому тиглі, °С, не нижче, для: тепловозних, суднових дизелів і газових турбін дизелів загального призначення	62 40	40 35	35 30
Масова частка сірки, %, не більше, в паливі виду: I II	0,2 0,5	0,2 0,5	0,2 0,4
Масова частка меркаптанової сірки, %, не більше	0,01	0,01	0,01
Вміст сірководню	Відсутній		
Випробування на мідній пластинці	Витримує		
Вміст водорозчинних кислот і лугів	Відсутній		
Концентрація фактичних смол, мг на 100 см ³ палива, не більше	40	30	30
Кислотність, мг КОН на 100 см ³ палива, не більше	5	5	5
Йодне число, г йоду на 100 г палива, не більше	6	6	6
Зольність, %, не більше	0,01	0,01	0,01
Коксівність 10 %-го залишку, %, не більше	0,20	0,30	0,30
Коефіцієнт фільтрації, не більше	3	3	3
Гранична температура фільтрації, °С, не вище	-5	—	—
Вміст механічних домішок	Відсутній		
Вміст води	«		
Густина за температури 20 °С, кг/м ³ , не більше	860	840	830

Приклади умовного позначення палив:

«Паливо дизельне ЛІ-0,2-40 за ГОСТ 305—82» означає, що це літнє паливо з масовою часткою сірки до 0,2 % і температурою займання 40 °С.

«Паливо дизельне З-0,2-45 за ГОСТ 305—82» означає, що це зимове паливо з масовою часткою сірки до 0,2 % і температурою застигання –45 °С.

«Паливо дизельне А-0,4 за ГОСТ 305—82» означає, що це арктичне паливо з масовою часткою сірки до 0,4 %.

За технічними умовами ТУ 38.601-53-2—93 (табл. 3.5) Херсонський нафтопереробний завод виробляє дизельні палива важкого фракційного складу. Залежно від умов експлуатації це паливо виготовляється трьох марок:

УФС — паливо для експлуатації за температури навколишнього повітря 5 °С і вище;

УФС_{н1} — паливо з депресорною присадкою для експлуатації за температури навколишнього повітря –5 °С і вище;

УФС_{н2} — паливо з депресорною присадкою для експлуатації за температури навколишнього повітря –15 °С і вище.

За вмістом сірки палива підрозділяються на три підгрупи:

I — масова частка сірки не більш ніж 0,2 %;

II — масова частка сірки не більш як 0,5 %;

III — масова частка сірки не більш ніж 1 %.

Таблиця 3.5

**Характеристики дизельних палив важкого фракційного складу
за ТУ 38.601-53-2-93**

Показник	Норма для палива марки		
	УФС	УФС _{н1}	УФС _{н2}
Цетанове число, не менше	45	45	45
Фракційний склад: 50 % палива переганяється за температури, °С, не вище 96 % палива переганяється за температури, °С, не менше	290	290	290
	90	90	90
Кінематична в'язкість за температури 20 °С, мм ² /с, в межах	3,0...6,5	3,0...6,5	3,0...6,5
Температура застигання, °С, не вище	0	–15	–25

Закінчення табл. 3.5

Показник	Норма для палива марки		
	УФС	УФС _{н1}	УФС _{н2}
Температура помутніння, °С, не вище	5	5	5
Гранична температура фільтрації, °С, не вище	—	—5	—10
Коефіцієнт фільтрації, не більше	3,0	3,0	3,0
Температура займання, що визначається в закритому тиглі, °С, не нижче:	40	40	40
Масова частка сірки, %, не більше, в паливі підгрупи:			
I	0,2	0,2	0,2
II	0,5	0,5	0,5
III	1,0	1,0	1,0
Масова частка меркаптанової сірки, %, не більше	0,02	0,02	0,02
Вміст сірководню	Відсутній		
Випробування на мідній пластинці	Витримує		
Вміст водорозчинних кислот і лугів	Відсутній		
Масова частка води	Відсутня		
Кислотність, мг КОН на 100 см ³ палива, не більше	5	5	5
Йодне число, г йоду на 100 г палива, не більше	6	6	6
Зольність, %, не більше	0,01	0,01	0,01
Коксівність 10 %-го залишку, %, не більше	3,0	3,0	3,0
Густина за температури 20 °С, кг/м ³ , не більше	860	860	860

Маркування «Паливо дизельне важкого фракційного складу УФС-0,2 за ТУ 38.601-53-2—93» означає, що це паливо УФС із вмістом сірки до 0,2 %.

§ 3.8 Асортимент зарубіжних дизельних палив

Європейський стандарт EN 590 діє в країнах ЄЕС з 1996 р. Стандарт передбачає випуск дизельних палив для різних кліматичних регіонів.

Загальні вимоги до дизельних палив такі:

- температура займання в закритому тиглі має бути не нижчою за 55 °С;
- коксівність 10 %-го залишку не більш як 0,3 %;
- зольність не більше ніж 0,01 %;
- вміст води не більш як 200 ppm*;
- корозія на мідній пластинці, клас 1;
- стабільність до окиснення не більше як 25 г осаду/м³.

Для районів з помірним кліматом, згідно зі стандартом EN 590, *виробляють шість марок дизельного палива*: А, В, С, D, Е і F з граничною температурою фільтрування, °С, відповідно 5; 0; -5; -10; -15 і -20.

Для районів з холодним кліматом цим самим стандартом передбачено випуск *п'яти класів* дизельного палива з такими низькотемпературними властивостями:

Клас	0	1	2	3	4
Температура, °С, не вище:					
помутніння	-10	-16	-22	-28	-34
граничної фільтрації	-20	-26	-32	-36	-44

*ppm (part per milion) — частин на мільйон.

Таблиця 3.6

Європейські національні специфікації на дизельне паливо

Країна	Національний стандарт	Застосування	Цетанове число, не менше	Цетановий індекс, не менше	Температура помутніння, °C, не вище	Гранична температура фільтрації, °C, не вище	Густина при 15 °C, кг/м ³	Температура займання, °C, не нижче	В'язкість кінетична при 40 °C, мм ² /с, у межах	Кількість палива (% /об), що пере- ганяється за різних температур, °C			
										10 (не менше)	65 (max)	85 (max)	95 (max)
Австрія	O-Norm EN 590	Summer	49	—	—	—20	820...860	55	2,0...4,5	—	250	350	370
		Intermediate	—	46	—	—15							
		Winter	—	—	—	—5							
Велика Британія	BS EN 590	Summer	49	46	—	—15	820...860	55	2,0...4,0	—	250	350	370
Бельгія	NBN	Winter	49	46	—	—15	820...870	55	2,0...4,5	—	250	350	370
Греція	EN 590	Summer	49	46	—	5	820...860	55	2,0...4,5	—	250	350	370
		Winter	—	—	—	—5							
Данія	Danish Pet Institute	Cen Diesel	49	46	—	—	820...860	55	2,0...4,5	—	250	350	370
		Bus Diesel	50	47	—	—	820...855						325

Продовження табл. 3.6

Країна	Національний стандарт	Застосування	Цетанове число, не менше	Цетановий індекс, не менше	Температура помутніння, °C, не вище	Гранична температура фльтрації, °C, не вище	Густина при 15 °C, кг/м³	Температура займання, °C, не нижче	В'язкість кінетична при 40 °C, мм²/с, у межах	Кількість палива (% /об), що пере- ганяється за різних температур, °C			
										10 (не менше)	65 (max)	85 (max)	95 (max)
Іспанія	CIAS Agreement EN 590	Summer	50	45	+4	0	825...860	55	5,2 (max)	—	250	350	370
		Winter	—	—	-1	-8	—	—	4,3 (max)	—	—	—	—
Ірландія	IS EN 590	Summer	50	50	—	—	820...860	55	2,0...4,5	—	250	350	370
		Winter	—	—	0	-12	—	—	—	—	—	—	—
Італія	UNI-CUNA EN 590	Summer	49	46	—	0	820...880	55	2,0...4,5	—	250	350	370
		Winter	—	—	—	-10	—	—	—	—	—	—	—
Німеччина	DIN EN 590	Summer	49	46	—	0	820...860	55	2,0...4,5	—	250	350	370
		Intermediate	—	—	—	-10							
		Winter	—	—	—	-20							
Норвегія	NS EN 590	Summer	49	46	0	-10	820...860	55	2,0...4,5	—	250	350	370
		Winter	—	—	-15	-24	—	—	—	—	—	—	—

Продовження табл. 3.6

Порту- галія	EN 590	Summer	49	46	—	0	820...860	55	2,0...4,5	—	250	350	370
		Winter	—	—	—	-6							
Фінляндія	SF-EN 590 Reformulated Diesel	C	49	46	—	-5	820...860	55	2,0...4,5	180			
		1	47	46	-16	-26	820...845	55	1,5...4,0	180			
		3	45	43	-28	-38	820...840	55	1,4...4,0	180			
		4	45	43	-34	-44	820...840	55	1,2...4,0	—			
		Summer	49	49	-5	-15	820...850	56	2,0...3,5	—			
		Winter	47	47	-29	-34	820...830	56	1,4...2,6	—			
Франція	EN 590	Summer	49	46	—	0							
		Winter	—	—	—	-15	820...860	55	2,0...4,5	—			
		Grand Froid	—	—	—	-20							
Швей- царія	SN EN 590	Summer (01.05 to 30.09)	49	46	—	-10	820...890	55	2,0...4,5	180	250	350	370
		All Year	—	—	—	—	—	—	—	180 (max)	—	—	340
Швеція	SIS 155435 (13/03/91)	Urban Diesel 1—Summer	50	50	0	-10							
		TD 1 Grade- Winter	—		-16	-26	800...820	56	1,2...4,0	—			

Країна	Національний стандарт	Застосування	Цетанове число, не менше	Цетановий індекс, не менше	Температура помутніння, °C, не вище	Гранична температура фільтрації, °C, не вище	Густина при 15 °C, кг/м³	Температура займання, °C, не нижче	В'язкість кінетична при 40 °C, мм²/с, у межах	Кількість палива (%/об), що пере- ганяється за різних температур, °C			
										10 (не менше)	65 (тах)	85 (тах)	95 (тах)
		Urban Diesel 2—Summer	47	47	0	-10	800...820	56	1,2...4,0	—			295
		TD 2 Grade- Winter			-16	-26							
		Normal — Summer	49	46	0	-10	820...860	56	2,0...4,5	180	250	350	370
		Diesel D10	47	46	-16	-26	800...845	56	1,5...4,0	180			340
		Winter Diesel 1—D 26	48	46	-22	-32	800...840	56	1,5...4,0	180			340
		Winter Diesel 2 — D 32	45	43	-38	-28	800...840	56	1,5...4,0	180			340

Примітки. 1. Цетановий індекс визначається за густиною при 15 °C і температурі кипіння 50 %-ї (за об'ємом) фракції з урахуванням поправки на нормальний барометричний тиск 101,3 кПа (рис. 3.2).

2. Температура початку кипіння палива (180 °C) нормується лише у Швеції.

У 1966 р. в Європі введено обмеження на вміст сірки в дизельних паливах, її має бути не більше ніж 0,05 %. Таким вимогам відповідає вітчизняне дизельне паливо виду І, що виробляється в Україні за ДСТУ 3868—99 (див. табл. 3.3).

Специфікації на дизельне паливо за європейськими стандартами наведено в табл. 3.6.

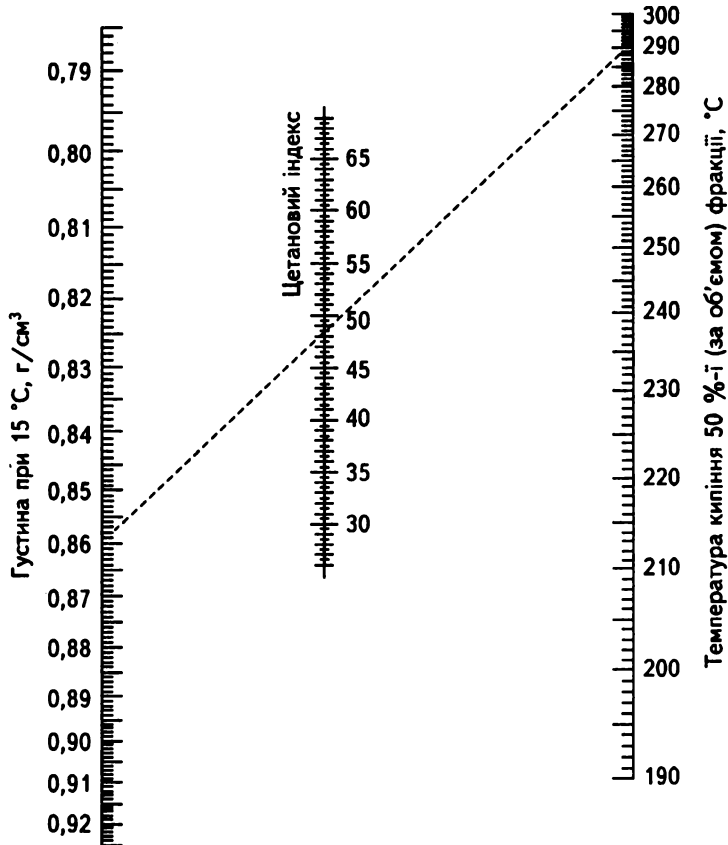


Рис. 3.2
Номограма для визначення
цетанового індексу



**Контрольні запитання
та завдання**

1. Які переваги та недоліки дизельних двигунів порівняно з бензиновими?
2. Які вимоги ставляться до дизельного палива?
3. Від яких показників властивостей дизельного палива і як саме залежить прокачування палива?
4. Якими показниками характеризуються низькотемпературні властивості дизельного палива та як його поліпшити в умовах експлуатації?
5. Як впливає фракційний склад дизельного палива на роботу та зношування деталей двигуна, витрати палива й оливи, а також на відпрацьовані гази?
6. Від чого залежать смолоутворення та нагароутворення у двигуні й які методи їх зниження?
7. Який коефіцієнт повітря використовують при роботі дизеля і чому?
8. Що таке цетанове число дизельного палива, його значення та вплив на роботу двигуна?
9. Що таке жорсткість роботи дизельного двигуна?
10. Назвіть асортимент і маркування дизельного палива.
11. Назвіть асортимент і маркування зарубіжного дизельного палива.

Глава 4

ХІММОТОЛОГІЯ ГАЗОПОДІБНОГО ПАЛИВА

§ 4.1

Загальні відомості

Застосовувати газ для двигунів внутрішнього згоряння почали ще в середині XIX ст. з появою в 1861 р. газових двигунів Ж. Ленуара. Він використав ідею свого співвітчизника Ф. Лебона, який запропонував газ для двигунів ще в 1801 р. У 1867 р. Н. Отто та Е. Ланген винайшли двигун внутрішнього згоряння з тактом стиску, але і він працював спочатку на світільному газі, причому обидва ці двигуни були стаціонарними.

Після появи бензинових двигунів (їх тоді називали газоліновими) газоподібне паливо використовували тільки тоді, коли виникали труднощі з рідким паливом.

Нині такі труднощі виникли і в Україні, оскільки кількість автомобілів щороку зростає, а нафти поки що недостатньо. Тому якомога швидше треба переходити на використання газоподібних палив, які, крім того, значно дешевші за нафтанові.

§ 4.2

Переваги газоподібного палива

Газоподібне паливо порівняно з нафтановими має такі переваги:

- величезні природні ресурси горючих газів, просте їх добування і транспортування трубопроводами;
- висока детонаційна стійкість дає змогу використовувати їх у двигунах із високим ступенем стиску (10...12), завдяки чому

збільшується їхня потужність та поліпшується паливна економічність;

- можливість введення у сферу застосування додаткового енергоносія, що дає змогу зберігати для хімічної промисловості нафту — цінну хімічну сировину;
- можливість не тільки частково використовувати принцип якісного регулювання двигуна, а й підвищити його паливну економічність, оскільки газоподібні суміші за своїм складом мають ширший діапазон запалювання;
- знижується токсичність відпрацьованих газів завдяки зменшенню в них у три-чотири рази оксиду водню (табл. 4.1);
- зменшується зношування циліндропоршневої групи на 15...17 %, кілець — на 63 %, а термін заміни моторної оливи збільшується в два-три рази, тому що газоповітряна суміш не змиває оливу плівку з дзеркала циліндра і не розріджує оливу в картері;
- поліпшується рівномірність розподілу горючої суміші між циліндрами.

Таблиця 4.1

Склад відпрацьованих газів автомобілів, г/100 км

Відпрацьовані гази	Бензин	Газ	
		Стиснений	Зріджений
Вуглеводні, що не згоріли	187,5	131,3	5,5
Оксид:			
вуглецю	1250,0	468,8	256,3
азоту	250,0	118,8	118,3

Однак ці переваги не завжди вдається реалізувати, адже як бензинові, так і дизельні двигуни мають недоліки та потребують переобладнання, хоч і незначного: потрібно замінити або додатково встановити спеціальну газову паливоподавальну апаратуру (при цьому потужність бензинового двигуна зменшується приблизно на 16...20 %). Цей недолік можна усунути збільшенням (до 8,5...10) ступеня стиску або застосовуючи турбонаддув.

Основними компонентами газоподібного палива є метан, пропан, бутан та інші.

Перехід дизеля на газоподібне паливо супроводжується збільшенням його потужності завдяки можливості використання багатшої горючої суміші (без збільшення димності двигуна) й погіршення паливної економічності через збагачення горючої суміші та вимушене зменшення ступеня стиску до 8...9 (з установленням системи запалювання).

Перехід дизеля на газоподібне паливо здійснюється двома методами:

- замість дизельної апаратури на двигун встановлюють систему запалювання, а в отвір для форсунок — свічки. На впускному трубопроводі монтують змішувач із дросельним патрубком, а між блоком і головкою циліндрів розміщують додаткову прокладку для зменшення ступеня стиску;
- у циліндри замість повітря подають суміш газу з повітрям певного складу, яка запалюється завдяки впорскуванню невеликої кількості дизельного палива, що не перевищує 10...20 % його витрати в дизельному циклі. Цей метод не потребує значного переобладнання двигуна, який у разі необхідності дуже легко перевести на дизельний цикл.

§ 4.3 Класифікація застосування газоподібного палива

Газоподібне паливо класифікують за агрегатним станом, теплою згоряння, октановим числом тощо. Звідси походять різні назви палива — природне та промислове, стиснене та зріджене, високо- і середньокалорійне.

Під *природними* розуміють гази, здобуті безпосередньо із свердловини.

Промислові гази — це звичайні побічні продукти різних технологічних процесів — коксування вугілля (коковий газ), виплавки чавуну (доменний газ), добування вугілля (метан).

Стиснені гази одержують із горючих газів різного походження: природних, попутних (нафтових, коксових, шахтних). У попутних газах, залежно від місця видобутку нафти, вміст метану може становити 40...82 %.

Під *зрідженими газами* найчастіше розуміють зріджені пропан-бутанові фракції, але є й газоподібні речовини (наприклад, природ-

ний газ — метан). Технологія зрідження їх різна. Нафтові пропан-бутанові фракції зріджуються без зниження температури, а природні (метан) — при знижених температурах.

Сировиною для одержання газового автомобільного палива є природний і попутний (що виділяється при видобуванні нафти) гази, гази газоконденсатних родовищ, а також нафтопереробних заводів, а останнім часом — шахтні гази, які виділяються при видобуванні вугілля. Гази нафтопереробних заводів за своїми властивостями наближені до бензинів. Характеристику природного газу і газу нафтопереробних заводів наведено в табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Характеристика газів

Показник якості	Газ	
	Природний	Нафтопереробних заводів
Нижча теплота згоряння, МДж/м ³	30...36	36...44
Октанове число за моторним методом	94...105	95...105
Бензиновий еквівалент, кг/м ³	0,68...0,82	0,82...1,00

§ 4.4

Стиснені природні гази

Основними компонентами стиснених газів є метан (CH₄), оксид вуглецю (CO) і водень (H₂).

Як паливо для двигунів внутрішнього згоряння застосовують висококалорійні гази (37 800...23 100 кДж/м³), рідше — середньокалорійні (23 100...14 700 кДж/м³). Низькокалорійні гази, такі як генераторний, нині як моторне паливо не використовують.

Основним складником газових палив є метан (90...95 ± 5 %), що має високу теплотворність, низький вміст токсичних речовин у продуктах згоряння, високу детонаційну стійкість, яка забезпечує м'яку роботу двигуна і дає змогу форсувати двигун за ступенем стиску.

До позитивних якостей стиснених природних газів можна віднести:

- збільшення в середньому на 35...40 % моторесурсу двигуна внаслідок відсутності на його деталях нагару;
- збільшення в середньому на 40 % терміну служби свічок запалення;
- подовження терміну служби моторної оливи в 2...3 рази внаслідок відсутності її розрідження і забруднення;
- збільшення в 1,5 раза міжремонтного терміну роботи двигуна;
- значне зменшення (до 90 %) шкідливих речовин, особливо СО, у відпрацьованих газах.

Однак є й недоліки, а саме:

- знижується вантажність автомобіля через масу (0,5 т) восьми товстостінних балонів, розрахованих на тиск 19,6 МПа;
- пробіг автомобіля на стисненому газі до заправки вдвоє менший, ніж на бензині, й не перевищує 200...250 км;
- ціна машини (за наявності додаткової газобалонної апаратури) в середньому підвищується на 27 %;
- потужність двигуна знижується на 18...20 %;
- тяговодинамічні й експлуатаційні характеристики погіршуються;
- час розгону машини збільшується на 24...30 %;
- максимальна швидкість машини зменшується на 5...6 %;
- вантажність знижується на 9...14 %;
- трудомісткість технічного обслуговування і ремонту збільшується на 7...8 %.

Незважаючи на те, що питома вартість палива різко зменшується, автомобілі, які працюють на стисненому газі, більш економічні.

Розглянемо показники якості природного стисненого газу:

Показник	Норма
Об'ємна нижча теплота згоряння, кДж/м ³ , не менше	32 000...36 000
Густина відносно повітря, г/см ³ , не менше	0,56...0,62
Розрахункове октанове число, не менше	105
Маса, г/м ³ :	
сірководню, не більше	0,02
меркаптанової сірки, не більше	0,036
Маса механічних домішок на 1 м ³ , не більше	1,0

Сумарна об'ємна частка негорючих компонентів, разом із киснем (%), не більш як	7,0
Вміст води, мг/м ³ , не більше ніж	9,0

Примітки. 1. Значення показників встановлено за температури 20 °С і тиску 0,1013 МПа.

2. Розрахункове октанове число (РОЧ) визначають за формулою

$$\text{РОЧ} = \frac{\sum \text{ОЧ}_i \times C_i}{\sum C_i},$$

де ОЧ_i — октанове число i -го компонента стисненого газу (горючого);
 C_i — об'ємна частка i -го горючого компонента стисненого газу.

Октанові числа горючих компонентів наведено в табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Октанові числа горючих компонентів стисненого газу

Компонент	Хімічна формула	Октанове число
Метан	CH_4	110
Етан	C_2H_6	108
Пропан	C_3H_8	105
н-Бутан та ізобутан	C_4H_{10}	94
н-Пентан та ізобутан	C_5H_{12}	70

Стиснений газ належить до групи речовин, здатних утворювати з повітрям вибухонебезпечні суміші. Межі небезпечних концентрацій спалаху метану в суміші з повітрям (за об'ємом): нижня — 5 %, верхня — 15 %.

Стиснені гази швидко випаровуються, внаслідок чого велика кількість їх утрачається.

При використанні стиснених газів значну увагу треба приділяти їхній корозійності та вологості, особливо останньому показнику, оскільки, як свідчить практика, підвищена вологість значно ускладнює експлуатацію двигунів, що працюють на цих газах.

На стисненому газі працюють (а точніше пристосовані для цього) такі автомобілі: ЗИЛ-138А, ГАЗ-52-27, КамАЗ-53208, 53218; автомобілі-самоскиди ЗИЛ-ММЗ-45054; автобуси ЛАЗ-695НГ, ЛиАЗ-677Г, ЛиАЗ-695; автомобілі-фургони ГЗСА-37042 (для перевезення

хліба), ГЗСА-8991В (для перевезення промислових товарів), ГЗСА-893Б (для перевезення меблів); машини міського комунального господарства тощо.

Для заправлення автомобілів за ТУ 51-16.6—83 виробляють стиснені природні гази (СПГ) марок А і Б (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

**Склад і основні показники стиснених природних газів
для газобалонних автомобілів**

Показник	Норма для марок	
	А	Б
Компонентний склад, % (об.):		
метан	95 ± 5	90 ± 5
етан, не більше	1,5	1,5
пропан, не більше	1,0	1,0
пентан, не більше	0,3	0,3
двуоксид вуглецю, не більше	1,0	1,0
кисень, не більше	1,0	1,0
азот	0...4	4...7
Маса, г/м ³ :		
сірководню, не більше	0,02	0,02
меркаптанової сірки, не більше	0,016	0,016
механічних домішок, не більше	0,001	0,001
вологи, не більше	0,009	0,009
Тиск газу в балонах, МПа	19,62	19,62
Відносна щільність (за повітрям)	0,585	0,611
Октанове число, за дослідницьким методом	103,0	102,0
Температура займання в камері згоряння, °С, при 760 мм рт. ст.	624,7	608,0

Як бачимо з табл. 4.4, стиснені природні гази марок А і Б для автомобілів відрізняються лише за складом метану й азоту.

З усіх вуглеводнів газів метан має максимум водню на один атом вуглеводню і тому — високу теплоємність і низький вміст токсичних речовин (СО і СН) у речовинах згоряння.

Метан має високу детонаційну стійкість, що забезпечує м'яку роботу дизеля і надає можливість форсувати двигун за ступенем стиснення.

Температура займання метану в камері згоряння дуже висока (втриє вища ніж бензину), що утруднює запуск двигуна за низьких температур. Проте стиснені природні гази значно безпечніші за бензин.

Метан значно легший за повітря і тому в разі витоку накопичується у верхніх частинах приміщення. Гранично допустима концентрація метану в робочих місцях — до 300 мг/м³ (в перерахунку на вуглець).

§ 4.5 Зріджені гази

Основними компонентами зріджених газів, що використовуються як паливо для двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ), є пропан C₃H₈, бутан C₄H₁₀, їхні суміші та природний газ (метан).

Пропан-бутанові фракції зріджуються без зниження температури. Крім того, в зрідженому стані використовується природний газ (за знижених температур).

• **Зріджені нафтові гази без зниження температури.** До таких газів належать пропан-бутанові фракції нафтових (попутних) газів. Крім бутану і пропану, в них у незначній кількості містяться пропен, бутен, ізобутен, ізобутан тощо. Одержують зріджені нафтові гази з попутних, які виходять (разом) із нафтою, та з газоподібних фракцій за різних видів переробки нафтопродуктів і кам'яного вугілля.

Критична температура зрідження пропану дорівнює 97, а бутану — 126 °С. Якщо тиск відповідно 0,716 і 0,103 МПа та температура нижча критичної (20 °С), ці вуглеводні легко зріджуються, стаючи бензоподібною рідиною (густина бензинів становить 720...730, а зріджених газів — близько 600 кг/м³).

Октанові числа пропану та бутану, одержані дослідницьким методом, дорівнюють, відповідно, 120 і 93, що забезпечує форсування двигунів вантажних автомобілів зі ступенем стиску до 8,5...9,0 та дає змогу збільшити їхню потужність.

Згідно з ГОСТ 20448—90 *зріджені гази випускають двох марок: СПБТЗ і СПБТЛ* (суміші пропану та бутану технічні відповідно зимова і літня). Характеристики цих газів наведено в табл. 4.5.

Таблиця 4.5

Характеристики зріджених нафтових газів

Характеристика	СПБТЗ	СПБТЛ
Наявність газів, % (мас.), не більш як:		
метану, етану, етилену	4	6
пропану, пропілену	75	34
бутану, бутилену	20	60
Рідкий осад при 20 °С, % (об.), не більш як	1	2
Мінімальний тиск, МПа, насичених парів за температури, °С:		
45	1,57	1,57
–20	0,157	—

Крім того, в технічних умовах ТУ 38001—78 «Гази вуглеводневі зріджені, паливо для газобалонних автомобілів» нормовано такі їхні показники:

- вміст пропану становить 80 ± 5 %, пентанів — не більш як 3%, сірководню — не більш як 0,003 %, вільної сірки — не більш як 0,015 %;
- тиск насиченої пари за температури 45 °С не повинен перевищувати 1,6 МПа, а за температури –30 °С — 0,07 МПа.

Для автомобільного транспорту (за ТУ 38001—78) *випускається дві марки зріджених газів* (табл 4.6): ПА — пропан автомобільний (застосовують взимку за температури повітря –20...–35 °С) і ПБА — пропан-бутан автомобільний (використовують в усіх кліматичних зонах за температури повітря не нижче –20 °С).

До складу зрідженого газу додають одоранти, оскільки не всі гази мають запах і колір, через що виявити їх витікання дуже важко.

Як *одорант* найчастіше використовують етилмеркоптан (температура кипіння 37 °С) з різким неприємним запахом. Його відчують уже при незначній концентрації — 0,19 г на 1000 м³ повітря.

Зріджені гази вигідно використовувати як паливо для автомобільних двигунів. Для цього досить установити на двигун тонкостінний балон, змішувач, редуктор-дозатор й також невеликий паливовипарник для випаровування зрідженого газу. За необхідності двигун може працювати також на бензині.

Таблиця 4.6

Основні показники якості автомобільних зріджених газів

Показник	ПА	ПБА
Масова частка компонентів, %:		
метану й етану	Не нормується	
пропану	90 + 10	50 + 10
Вміст ненасичених вуглеводнів (%), не більш як	6,0	6,0
Тиск насичених парів, МПа, за температури, °С:		
45, не більш як	—	1,6
–20, не менш як	—	0,7
–35, не менш як	0,07	—
Масова частка сірки та сірчаних сполук (%), не більш як	0,01	0,01
У тому числі сірководню (%), не більш як	0,003	0,003

Для зберігання зріджених газів автомобілі мають балони об'ємом до 250 л, розраховані на робочий тиск 1,57 МПа.

Цей тиск достатній для підтримування навіть чистого пропану в рідкому стані за температур, не вищих за 48,5 °С, тобто газобалонні автомобілі, що працюють на цьому газі, на території України можна експлуатувати весь рік.

Зріджені нафтові гази, одержані без зниження температури, транспортують у звичайних залізничних і автомобільних цистернах, а заправляють ними автомобілі звичайними газозаправними приладами. Тиск у паливній системі двигуна становить 1,5...2,0 МПа.

Нині в Росії випускають газобалонні автомобілі двох типів: зі спеціальними двигунами, розрахованими для роботи на газі з резервною системою живлення для короткочасної роботи на бензині (ЗИЛ-138, ЗИЛ-138В, ЛиАЗ-45023, ЛиАЗ-677Г, ГАЗ-53-07, ЛАЗ-695П); з універсальними двигунами, що допускають тривалу роботу як на бензині, так і на газі (ГАЗ-52-07, ГАЗ-52-08, ГАЗ-24-07). Але потужність універсальних двигунів, що працюють на газі, на 10 % нижча порівняно з тими, що працюють на бензині.

Двигуни автомобілів першого типу мають вищий ступінь стиску (8 у ЗИЛ-138 замість 6,5 у ЗИЛ-130), оптимальний для роботи на зрідженому газі. Тому їхня потужність практично не поступається потужності базових двигунів, а паливна економічність

вища, ніж у разі роботи на бензині (у двигуна ЗИЛ-138 вона дорівнює 366 г/кВт·год).

Автомобілі, що працюють на зрідженому газі, мають такий самий запас ходу, що й ті, які працюють на бензині (450...500 км).

Для системи резервного живлення двигунів газобалонних автомобілів застосовують бензин А-76. Він використовується для короткочасної роботи двигунів у разі повної витрати газу, а також у разі важкого пуску двигуна на газі за низьких температур.

Правильне регулювання й нормальний режим роботи системи подачі газового палива знижує токсичність відпрацьованих газів: за оксидом водню — в 3...4 рази, за оксидом азоту — в 1,2...2 рази, за вуглеводнем — у 1,2...1,4 раза і більше; термін заміни оливи збільшується в 2...2,5 раза. Моторесурс і надійність роботи двигуна також збільшується. Міжремонтний пробіг автомобілів, що працюють на зріджених нафтових газах, підвищується в 1,2...1,4 раза.

Пускові якості двигуна, що працює на зрідженому нафтовому газі, за температури до 5 °С рівнозначні пуску холодного двигуна, який працює на бензині, але погіршуються за нижчих температур.

Трудомісткість технічного обслуговування та ремонту газобалонних автомобілів зростає на 3...5 %, але ці витрати покриваються у разі збільшення їхнього пробігу між ремонтами.

При переході вантажних автомобілів з бензину на зріджений газ (бутан-пропан) потужність двигуна зменшується на 7...10 %, але це можна компенсувати збільшенням ступеня стиску до 8...8,5.

Концентрацію енергії в одиниці об'єму зріджених газів, що є дуже легкими рідинами, можна визначити за густиною їхньої фази, яка становить приблизно 0,5...0,55 кг/л.

Особливістю зріджених газів є вищий, ніж у рідких нафтопродуктів, коефіцієнт об'ємного розширення. Так, густина пропану в рідкому стані за -10 °С дорівнює 0,54 кг/л, а за 30 °С вона зменшується до 0,48 кг/л. Питомий об'єм пропану при цьому збільшується на 11 %. Цю властивість треба враховувати, заповнюючи балони газом. Заповнювати балони слід не більш як на 90 %, а близько 10 % залишати на «парову подушку».

Якщо балон буде повністю заповнений, тобто не буде «парової подушки», то навіть незначне підвищення температури зрідженого газу призведе до підвищення тиску в балоні та вибуху. Приріст тиску в балоні становить приблизно 0,7 МПа на один градус підвищення температури зрідженого газу.

Тривала робота двигуна з відбором газової фази призводить до переохолодження палива внаслідок витрат на випаровування та зниження вмісту пропанової фракції в газовій суміші, оскільки випаровуються передусім пропан і пропілен. Унаслідок цього вміст пропану в рідкій фазі знижується, тиск насичених парів у газовому балоні зменшується, що призводить до обводнення палива, погіршення його випаровування, ускладнення пуску двигуна, перевитрати палива, підвищеного забруднення середовища, а згодом — до припинення надходження палива в циліндр двигуна. Тиск насичених парів значно впливає на роботу газового обладнання автомобіля. Це відбувається тому, що оптимальний тиск у балонах забезпечується в основному пропаном.

Використання зрідженого газу в більшості конструкцій газової апаратури з тиском у балоні менш як 0,5 МПа призводить до ускладнення подачі палива, а коли тиск дорівнює атмосферному, подача палива припиняється.

При використанні зрідженого газу слід періодично зливати з балонів конденсат, що накопичується. Конденсат зменшує корисний об'єм рідкого газового палива, що заправляється в балон, внаслідок чого скорочується пробіг автомобіля. Рідку частину палива, що зливається з балонів, у зимовий період можна використовувати як домішку до бензину. За температури від -10 до -30 °C і нижче його можна додавати у кількості 10...20 %.

За використання пропан-бутанової суміші слід стежити за герметичністю газоподавальної системи, оскільки при потраплянні зрідженого газу на тіло людини виникають обмороження, що нагадують опіки. Якщо в приміщенні, де перебуває людина, є невелика кількість вуглеводного газу, вона відчуває кисневе голодування, а при значних концентраціях газу настає ядуха.

У приміщеннях для зберігання зріджених газів слід дотримуватися таких правил:

- не працювати з відкритим полум'ям;
- штучне освітлення має бути вибухозахисним;
- ємкості, комунікації та насосні агрегати мають бути герметичними і заземленими;
- всі роботи належить виконувати інструментами, що не дають іскри.

У разі появи загоряння використовують пінні та вуглекислотні вогнегасники, воду у вигляді компактних і тонкорозпилених струменів, пісок, водяну пару, азбестове полотно.

● Зріджені природні гази при знижених температурах. До газів, зріджених за знижених температур, належить метан, який є основним компонентом природного газу. Його застосовують як моторне паливо, що дає змогу використовувати великий енергетичний потенціал газових родовищ (табл. 4.7).

Таблиця 4.7

Компоненти природного газу

Компонент	Об'ємна частка, %	Масова концентрація, %
Метан	92,29	84,38
Етан	3,60	6,23
Пропан	0,80	2,06
Бутан	0,29	0,99
Пентан	0,13	0,53
Гексан	0,08	0,39
CO ₂	1,00	2,52
Водень	1,80	2,89
Вода	0,01	0,01
Всього	100,00	100,00

До позитивних якостей зрідженого метану слід віднести його малий об'єм (утроє менший, ніж стисненого газу, до 20 МПа) і невелику масу балонів (майже у вісім разів меншу від маси балонів для стисненого газу).

Зрідження метану різко збільшує його вартість. Втрата метану при випаровуванні навіть в умовах вакуумної ізоляції становить 7...8 % за добу, причому це не тільки втрата палива, а й різке збільшення ризику пожежі та вибуху. Всіх цих недоліків можна майже зовсім уникнути, якщо подавати випаровуваний газ дренажними трубами крізь спеціальні клапани.

Природні та попутні гази характеризуються найвищою критичною температурою -82°C , тому при нормальних температурах навіть за великого тиску ці гази не зріджуються. Зрідження метану і його транспортування в рідкому стані (температура, нижча ніж -162°C) при атмосферному тиску пов'язані зі значними труднощами, оскільки потрібна спеціальна термостатична тара з вакуумною або іншою надійною термоізоляцією.

§ 4.6 Особливості застосування газоподібного палива

Встановлено, що газове паливо сприяє зниженню нерівномірного розподілу горючої суміші по циліндрах до 20 % проти 35 % при роботі на бензині. При цьому двигун може працювати на зріджених сумішах при $\alpha = 1,2...1,3$ (проти $\alpha = 0,8...1,1$ при роботі на бензині), що дає змогу не тільки економити паливо, а й знижувати токсичність відпрацьованих газів.

Так, при роботі автомобіля ЗИЛ-138 на газі в діапазоні швидкостей до 20...80 км/год кількість СО у відпрацьованих газах становитиме 0,1...0,8 % (у ЗИЛ-130, що працює на бензині, матимемо 0,8...3,5 %, тобто в 4...8 разів більше).

Показники роботи автомобіля ЗИЛ-130 на різних видах палива наведено в табл. 4.8.

Показники роботи автомобіля ЗИЛ-130

Таблиця 4.8

Показник	Бензин А-76	Вид палива	
		Зріджений нафтовий газ	Зріджений природний газ
Тиск у системі живлення, МПа	0,03	1,6	20
Октанове число	76	110	110
Питома теплота згоряння паливної суміші при $Q = 1$, кДж/кг	111	110	108
Зменшення потужності двигуна при незмінному ступені стиску, %	—	5...7	5...16
Запас ходу автомобіля, км	585	585	200
Маса навантаженого автомобіля, кг	4300	4500	5100
Корисна вантажність автомобіля, кН	60	59	52

Зменшення потужності двигуна, що працює на газі, незначне, оскільки високе октанове число дає можливість підвищити ступінь стиску у газових двигунах на 23...25 % (з 6,5...6,7 до 8,5...8,7). Враховуючи те, що ці двигуни на збіднених сумішах працюють із

коефіцієнтом $\alpha = 1,2 \dots 1,3$, кут випередження запалювання треба встановити більш раннім (відповідно $4,5 \dots 6,5^\circ$ для двигунів, які працюють на стиснених нафтових газах, і $5 \dots 7^\circ$ для двигунів, що працюють на стиснених природних газах).



**Контрольні запитання
та завдання**

1. Коли і чому виникла необхідність заміни традиційного палива на газоподібне?
2. Назвіть переваги та недоліки газоподібного палива.
3. Як відбувається перехід бензинових і дизельних двигунів на газоподібне паливо?
4. Як класифікується газоподібне паливо?
5. Які переваги та недоліки стиснених природних газів?
6. Назвіть переваги та недоліки зріджених нафтових газів, отриманих без зниження температури.
7. Назвіть переваги і недоліки зріджених нафтових газів, отриманих при зниженні температури.
8. У чому полягають особливості використання газоподібного палива?

Глава 5

ПЕРСПЕКТИВНІ ВИДИ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПАЛИВ І МОЖЛИВОСТІ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ

§ 5.1

Загальні відомості

Необхідними умовами подальшого розвитку автомобільного транспорту і БДМ мають бути економія палива й зменшення обсягів шкідливих викидів у атмосферу. До перспективних шляхів досягнення цього належить часткова або повна заміна традиційних нафтових палив на палива іншого походження: палива з вугілля, синтетичні палива, спирти, газові конденсати, метилтретиннобутиловий ефір, водень і водобензинові емульсії.

В одних випадках вирішення проблеми перебуває на рівні дослідження (використання водню), в інших — на стадії успішних експериментів на машинах, що виробляються (використання спиртів).

До перспективних видів палив сформувалися певні вимоги: вони повинні мати такі фізико-технічні властивості, щоб не треба було докорінно змінювати конструкцію двигуна, паливної апаратури й умови зберігання палива в баках машин, а також могли б забезпечити підвищення економічної ефективності роботи двигуна та економію бензину.

§ 5.2

Палива з вугілля та синтетичні палива

Сировиною для виробництва синтетичних бензинів є нафтові залишки і вугілля. Тому процес переробки з вугілля зводиться не тільки до здобуття палива, а й до вилучення небажаних речовин.

Процес отримання палива з вугілля відбувається в дві стадії:

- спочатку вугілля або смолу розтирають з важкими оливами до утворення пасту, а потім гідрують під тиском 25...70 МПа в присутності каталізатора — заліза;
- одержану пасту переганяють, а фракції з температурою кипіння понад 325 °С знову піддають гідрогенізації (гідруванню), що полягає в приєднанні водню до хімічних елементів або сполук під впливом каталізатора (металів, оксидів, сульфідів).

Залежно від умов проведення процесу продуктами переробки можуть бути тільки бензин або бензин, дизельне паливо і мазут. Октанове число синтетичних бензинів дорівнює 69,5, отже, його треба підвищувати.

Синтетичне рідке паливо для ДВЗ отримують синтезом із суміші водню й оксиду вуглецю, які виробляють з нафтових речовин, природних газів і вугілля. В результаті цього одержують бензин з октановим числом 60...80 (за дослідницьким методом), високоякісне дизельне паливо і парафін. Синтезують також високоякісні компоненти палив (наприклад, ізооктан, алкілбензол), що підвищують антидетонаційні властивості.

На відміну від нафти та вугілля синтетичний бензин містить багато кисню (до 20 %), сірки, азоту і мінеральних речовин (золи).

Характерно, що в одержаних речовинах відсутня сірка, а це значно підвищує їхню якість. Але виробництво 1 т синтетичного палива потребує від 3 до 6 т вугілля, тому це паливо поки що в 1,5...2 рази дорожче за бензин і практично не застосовується.

§ 5.3 Метанол і етанол

Метанол (метиловий спирт) можна виробляти з природного газу, вугілля, біомаси або міських відходів. У США метанол в основному виробляють з природного газу. Проте виробництво метанолу потребує великих енергетичних витрат. Економічнішим є виробництво метанолу з вугілля, хоч і цей процес вимагає значних енергетичних витрат.

Енергетичний коефіцієнт корисної дії виробництва метанолу з вугілля становить приблизно 45...50 %, тобто трохи вищий, ніж при виробництві дизельного палива і бензину, значення якого досягає 40 %. При виробництві метанолу з деревини цей коефіцієнт коливається в межах 42...50 %, а з природного газу — 60...70 %.

Промисловий синтез метилового спирту (метанолу) ґрунтується на тім, що оксид вуглецю в присутності каталізаторів (оксидів цинку та хрому) відновлюється воднем до метилового спирту. Але для процесу синтезу необхідна висока температура (близько 450 °C) і тиск приблизно 20 МПа.

Метанол є чудовим паливом для двигунів внутрішнього згоряння, оскільки має високе октанове число (вище 100) і при згорянні метанолу зменшується кількість небажаних речовин.

Метанол має істотні переваги:

- можливість використання збіднених сумішей ($\alpha = 1,05...1,1$), що знижує витрати палива;
- суттєве зменшення у відпрацьованих газах оксиду азоту (в 1,5...2 рази) і вуглеводнів (в 1,3...1,7 рази);
- оксиди вуглецю виділяються в такій самій кількості, як і при роботі на бензині.

Однак при *переведенні двигуна на метанол необхідні деякі конструктивні зміни паливної апаратури і в деякій мірі в самій машині.*

При цьому треба:

- встановити обладнання, яке полегшувало б запуск, особливо за мінусових температур повітря;
- збільшити місткість паливних баків;
- замінити деякі матеріали паливної системи на більш стійкі, бо метанол агресивний;
- встановити устаткування для підігріву суміші, оскільки робота на метанолі пов'язана зі значними переохолодженнями паливоповітряного тракту.

Враховуючи зазначені недоліки поки що рекомендують використовувати як домішку до бензину, наприклад, суміш М15 (15 % метанолу та 85 % бензину). В цьому разі досягають таких позитивних результатів:

- немає потреби вносити конструктивні зміни в двигун і знову регулювати паливну апаратуру;

- можна працювати на бензині з меншим октановим числом і замінити етильований бензин на неетилований;
- немає потреби в стабілізаторі, адже за значного додавання метанолу суміш зберігає свою стабільність;
- при добавці всього 3...5 % метанолу забезпечується економія бензину на 2,5 % при збереженні потужності, динамічних і економічних показників, а також рівня токсичності відпрацьованих газів.

Застосування бензометанольної суміші з добавкою 15 % метанолу і 7 % стабілізатора (ізобутилового спирту) дає змогу: поліпшити економічні показники автомобіля на 6 %, потужність двигуна — на 3...5 %, зменшити викид оксиду азоту на 30...35 %, вуглеводнів — на 20 % та зекономити до 14 % бензину. Експлуатаційні витрати при роботі двигуна на такій суміші збільшуються (до 10 %), а експлуатаційна надійність практично не змінюється.

Стійкий запуск холодного двигуна для суміші М15 (так позначають бензин із 15 %-ю добавкою метанолу) забезпечується за температури повітря -26°C . За нижчих температур рекомендується підігрівати повітря при застосуванні паливоповітряної суміші або додавати до палива легкі компоненти.

Крім того, в разі використання суміші треба збільшувати прохідні перерізи паливних жиклерів на 18...20 % і оснащувати систему живлення додатковим зливним трубопроводом.

При роботі на метанолі розбухають манжети насосів прискорення, а отже, збільшується кількість їхніх відмов.

Серйозні проблеми пов'язані з низькою стабільністю бензометанольних сумішей і чутливості їх до води. Так, суміш стає практично непридатною для експлуатації навіть при збільшенні води в ній від 0,2 до 1 %, оскільки температура розшарування за наявності води збільшується від -20 до 10°C .

Отже, процес розшарування активізується за умови зниження температур, збільшення концентрації води і зменшення спиртових добавок.

Бензометанольні суміші стабілізують введенням присадок (гексанол, ізопропанол, ізобутанол).

Але щоб не застосовувати дефіцитні стабілізатори, які дорого коштують, метанол можна змішувати з бензином у відповідних пропорціях безпосередньо в змішувальній камері карбюратора. Для

цього на автомобілі слід встановити спеціальний карбюратор-змішувач і додатковий бак для метанолу. Це дасть змогу підвищити потужність двигуна й одержати оптимальні економічні показники його роботи, а також зменшити кількість токсичних речовин у відпрацьованих газах.

Крім того, окрема подача палива унеможливорює розшарування сумішей і полегшує пуск двигуна за низьких температур.

До серйозних і маловивчених проблем, що виникають при використанні метанолу, належить його отруйність.

Вважається, що через високу леткість метанолу необхідна щільніша герметизація паливоподавальної системи і ретельне виконання правил техніки безпеки. Гранична концентрація парів метанолу становить 5 мг/м^3 , що значно вище, ніж у антидетонаторах тетраетилсвинцю (ТЕС) та тетраметилсвинцю (ТМС).

Аналогічні властивості має й *етиловий спирт* (етанол), але за деякими показниками він перевищує метанол і може застосовуватись у двигунах як у суміші з бензином, так і самостійно.

Після модернізації двигунів *метанол і етанол можуть застосовуватися в суміші з дизельним паливом як домішка в кількості 15... 20 %*. При додаванні спирту значно знижується в'язкість палива, зменшується густина, оскільки питома вага спирту менша. Це сприяє кращому сумішоутворенню, горінню і, як наслідок, збільшенню потужності та поліпшенню пуску двигуна при низьких температурах.

Ці суміші не зумовлюють корозію і не забруднюють паливну систему дизеля. Однак *поки що застосування домішок у вигляді синтетичних спиртів обмежене через високу вартість самих спиртів і присадок, які стабілізують паливоспиртові суміші*. Але метанол є сириною і для звичайних синтетичних бензинів.

§ 5.4 Метилтретиннобутиловий ефір

Цей продукт одержують при взаємодії метанолу з ізобутиленом у присутності каталізаторів.

Метилтретиннобутиловий ефір (МТБЕ) має порівняно високу антидетонаційну стійкість і тому є перспективним компонентом автомобільних бензинів (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Порівняльна характеристика бензину й перспективних палив

Показник	Бензин	Метанол	Етанол	МТБЕ
Октанове число: за дослідним методом за моторним методом	80...98 76...88	114 95	111 94	117 100
В'язкість за температури 20 °С, мм²/с	0,65	0,55	1,76	0,75
Густина за 20 °С, кг/м³	700	800	790	750
Температура, °С: кипіння кристалізації самозаймання займання	35...195 — 60 255...370 —27...—39	65 — 98 464 8	78 — 115 423 13	51...62 — 105 421 11
Тиск насичених парів за 20 °С, кПа	66,5...93	12,1	5,6	58,4
Границі займання об'ємні, %	0,8...5,2	5,5...36	4,3...19	—
Теплота згоряння, кДж/г · моль	254	238	278	—
Розчинність у воді, %	0,0008	Повна	Повна	14,3

МТБЕ практично нетоксичний і при доданні в бензин у кількості 15 % поліпшує його фракційний склад і стабільність.

Позитивні якості *МТБЕ* при додаванні до бензину такі:

- можливе одержання неетильованих високооктанових сумішей, оскільки за антидетонаційними властивостями МТБЕ значно перевищує всі марки бензинів (його октанове число за моторним методом — 100, а за дослідницьким — 117). При цьому немає необхідності змінювати регулювання паливної апаратури;
- висока теплотворна властивість (37 700 кДж/кг);
- домішка 10 % МТБЕ підвищує октанове число бензинів за дослідницьким методом на 2,1...5,9 одиниць, а 20 % — на 4,6...12,6, тобто ефективність його значно вища, ніж при використанні метанолу;

- полегшується фракційний склад бензинів, при цьому знижується температура перегонки 50 % фракцій, а тим самим поліпшуються пускові якості та прийомистість двигуна, але збільшується й небезпечність створення парових пробок;
- дещо поліпшуються потужність й економічність двигуна в усьому діапазоні навантаження та частоти обертання колінчастого вала;
- знижується токсичність відпрацьованих газів приблизно на 10 % (за рахунок зниження вмісту оксиду вуглецю);
- зменшується витрата бензину на 3 %.

Можливе використання МТБЕ справедливо розглядається як один із перспективних напрямів розширення ресурсів високооктанових неетильованих бензинів.

§ 5.5 Газові конденсати

Газові конденсати (ГКТ) — це рідкі вуглеводні, що конденсуються за нормальних умов із природних газів, які містяться в підземних пластах під тиском 4,9...9,8 МПа і температурі до 150 °С.

Усі газові конденсати складаються в основному з нафтових і парафінових вуглеводнів. Вміст ароматичних вуглеводнів невеликий. Тому рівень їхніх фізико-хімічних і експлуатаційних властивостей близький до дизельних палив. Газові конденсати різних родовищ істотно різняться між собою (табл. 5.2).

Газоконденсатне паливо (топливо) (ГКТ) рекомендується застосовувати при експлуатації дизелів у північних умовах за температурі повітря –45 °С і вище.

Це паливо токсичне і вибухонебезпечне, шкідливо діє на центральну нервову систему, подразнює слизові оболонки очей і верхніх дихальних шляхів. Граничною концентрацією парів вуглеводнів у перерахунку на вуглець є 300 мг/м³.

Вибухонебезпечні суміші виникають при місткості парів КГТ у повітрі за об'ємом від 1,4 до 8 %. Температура займання парів – 5 °С, а температура самозаймання — 250...370 °С.

Таблиця 5.2

Порівняльні властивості дизельного палива
і газових конденсатів

Показник	Дизельне паливо ГОСТ 305—82	Газові конденсати			
		№ 1	№ 2	№ 3	ГКТ
Цетанове число, не менше як	45	43	53	52	40
Фракційний склад, °С:					
$t_{п.к}$	—	103	111	140	110
t_{50} , не вища як	280	151	201	208	250
t_{50} , не вища як	360	292	350	345	360
В'язкість кінематична при 20 °С, мм ² /с	3,5...6,0	1,2	1,7	2,1	—
Масова частка сірки, %:					
загальної, не більше	0,5	0,02	0,02	0,02	
меркаптанової, не більше	0,01	0,0001	0,0001	—	0,01

Цетанове число і густина газоконденсатного палива менші, ніж у звичайного дизельного палива, що зумовлює велику затримку самозаймання та зменшення подачі палива. Якщо регулювання паливної апаратури не змінюється, це призводить до зменшення потужності дизеля приблизно на 7 % порівняно з дизельним паливом.

За відповідного регулювання паливної апаратури дизеля потужність двигуна, а також ефективність й економічність його роботи практично не змінюються, а динамічні показники навіть поліпшуються.

§ 5.6
Водень

Донедавна водень розглядався лише як потенційне ефективне паливо. Проте постійно з'являються повідомлення про розробки експериментальних моделей автомобілів та інших транспортних засобів, що працюють на рідкому водні.

Технологію використання водню як палива для автомобілів можна вважати повністю відпрацьованою.

Ще на початку 80-х років у колишньому СРСР був випробуваний дослідний автомобіль (РАФ-2203), в кузові якого були встановлені баки з рідким воднем. Аналогічні випробування, включаючи створення дослідних зразків, здійснюються і в Україні (в м. Харкові).

Найхарактернішими властивостями водню є:

- теплотворна здатність водню дорівнює 118 045 кДж/кг і перевищує теплотворну здатність бензину в 2,7 раза;
- об'ємна енергоємність водню низька через малу густину (водень — найлегший елемент, навіть у рідкому стані він у 14 разів легший за воду);
- швидкість згоряння горючої суміші водню з повітрям у 6 разів перевищує швидкість згоряння бензиноповітряної суміші (для спалювання 1 кг водню необхідно вдвоє більше повітря, ніж для спалювання дизельного палива), але він здатен миттєво змішуватися з іншими газами і, зокрема, з повітрям;
- суміш водень—повітря запалюється за наявності водню від 4 до 74 % і горить при температурі вище 500 °С з утворенням парів дистильованої води;
- відпрацьовані гази при роботі двигуна на водні не містять шкідливих домішок, за винятком оксидів азоту, яких дуже мало.

Але водень має значно нижчу теплотворну спроможність, ніж бензин. Ці властивості водню спричиняють порушення нормального протікання робочого процесу — дострокове запалювання робочої суміші в циліндрах, жорстке згоряння, детонацію, займання у впускному трубопроводі.

Незважаючи на зазначені недоліки, водень є перспективним паливом взагалі і для двигуна внутрішнього згоряння зокрема.

На сьогодні водень використовується як добавка до рідких палив для збагачення їх висококалорійним компонентом. При цьому двигун не потребує ніяких змін.

Величина добавки водню залежить від режиму роботи двигуна. В режимі холостого ходу та малих і середніх навантажень для забезпечення оптимальних показників потужності та динамічності двигуна потрібно близько 20...25 % водню, а в режимі середнього і повного навантаження (на трасі) — значно менше. Тому бензиноводневі суміші доцільніше застосовувати на автомобілях, що працюють в умовах інтенсивного міського руху.

Встановлено, що на режимі холостого ходу на 100 км пробігу автомобіля замість 12,2 кг бензину витрачається всього 5,5 кг бензину і 1,8 кг водню. Отже, 1,8 кг водню замінює 6,7 кг бензину, тобто 1,8 кг водню дає змогу зекономити 50...55 % бензину.

Слід урахувати, що вартість водневого палива не вища, ніж інших видів синтетичного палива. При цьому концентрація оксиду вуглецю у відпрацьованих газах знижується в 13 разів, оксидів азоту — в 5 разів, вуглеводнів — на 30 %.

Для *комбінованого постачання* бензиноводневої суміші, коли витрата водню незначна (близько 20 % від основного палива), його можна використовувати в стисненому стані. Включення і відключення подачі водню не спричинює труднощі і здійснюється за допомогою електромагнітного клапана.

При *використанні водню без домішок* зберігати й використовувати його доцільно в рідкому стані, але при цьому необхідна надійна теплоізоляція паливного бака, оскільки температура рідкого водню становить -253°C . Тому для *транспортування і зберігання водню* потрібно використовувати криогенні резервуари з подвійними стінками й ізоляцією між ними. Однак і рідкий водень займає в 3,5 раза більший об'єм, ніж еквівалентна за енергією кількість бензину. Через це найперспективнішим для зберігання водню є використання повторних енергоносіїв, наприклад металогідридів, здатних акумулювати в собі водень. У цьому разі розв'язується проблема безпеки експлуатації водневого палива і забезпечується допустимий енергозапас без необхідності створення високих тисків або криогенних температур.

Виділення водню із гідроаккумуляторів відбувається в результаті підігрівання гідридів гарячою рідиною із системи охолодження або відпрацьованими газами. При цьому об'ємна енергоемність найкращих гідридів наближається до рівня рідкого водню, в зв'язку з чим об'єм гідридного бака може бути меншим від об'єму криогенного бака для рідкого водню, але сумарна маса бака з паливом зрівнянна з сумарною масою рідководневих паливних баків.

Гідридний акумулятор не потребує суттєвого догляду, швидко заряджується, собівартість його нижча, а термін експлуатації більший, ніж кислотних акумуляторних батарей. Тому автомобілі з гідридними акумуляторами можуть конкурувати зі звичайними автомобілями й електромобілями.

З огляду перспектив застосування водневої енергетики в майбутньому найважливішими є економічні фактори. В цьому відношенні водень як енергоносіє не має конкурентів. Сировинні ресурси для одержання водню необмежені: його можна одержати з біомаси у результаті газування вугілля, часткового окиснення вуглеводневого палива, застосовуючи сонячне випромінювання, а також у результаті електролізу води. Але для здобуття водню потрібна велика кількість енергії. Собівартість цих методів, у перерахунку на енергетичну одиницю, у 2...10 разів вища, ніж одержання природного горючого газу.

З погляду енергоемності, а також виділення токсичних компонентів у відпрацьованих газах водень є найкращим із усіх можливих палив. За своєю структурою молекула водню найпростіша. Під час її окиснення утворюється вода — найм'якша речовина, що міститься у відпрацьованих газах.

§ 5.7 Вода як домішка до палива

З метою економії бензину та раціональнішого використання низькооктанових бензинів останнім часом активно ведуться роботи щодо використання води як домішки до палива.

Механізм дії води на робочий процес у двигунах внутрішнього згоряння вивчений не повністю, але вважається, що при додаванні води підвищується октанове число палива, завдяки чому зростає потужність і поліпшується економічність роботи машини. На думку фахівців, ця дія зумовлюється в основному трьома факторами:

- охолодженням робочої суміші;
- охолодженням деталей камери згоряння;
- дією водяної пари як інертного середовища, що регулює процес згоряння суміші.

Деякі фахівці вважають, що вода є не тільки каталізатором, а й безпосередньо бере участь у процесі горіння суміші.

Вода може подаватися безпосереднім впорскуванням у циліндри або впускну систему двигуна, а також у вигляді водобензинової

емульсії (ВБЕ), приготовленої раніше. Використання ВБЕ пов'язане з рішенням низки практичних завдань:

- створенням водобензинової емульсії, яка повинна мати необхідну стабільність;
- розробкою ефективних поверхнево-активних речовин (ПАР), які знижують поверхневий натяг води;
- створенням раціональної системи здобуття і використання водобензинової емульсії в господарствах.

Практика показала, що через підвищену в'язкість ВБЕ до її складу поки що можна вводити не більш як 10 % води. В протилежному разі потрібно збільшувати прохідний переріз жиклерів карбюратора. Іншим недоліком є те, що відомі ПАР не дають змоги утворювати стабільну ВБЕ, особливо на основі етилованих бензинів. Але в Японії проводять дослідження з додавання води до 30 %.

Незважаючи на перелічені недоліки, практика показує, що при роботі двигуна на ВБЕ з умістом 10...30 % води питома витрата бензину знижується на 12...22 % при повних навантаженнях і на 7...10 % — при середніх.

Крім того, приблизно в 2...6 разів знижується вміст оксиду вуглецю у відпрацьованих газах двигуна.

Найефективнішим способом подачі води є її безпосереднє впорскування у всмоктувальний колектор двигуна. Цей спосіб забезпечує подачу води у впускний колектор на режимах середніх і максимальних навантажень, тобто коли вимоги до збільшеного октанового числа підвищуються. Здійснюється це за допомогою порівняно нескладного пристрою.

Установлено, що впорскування 10 % води до бензину еквівалентне підвищенню октанового числа на 8...10 одиниць, що дає змогу застосовувати бензин з меншим октановим числом. При цьому потужність та економічні показники двигуна зберігаються, а іноді й поліпшуються.

У дизелях можна також використовувати обводнене дизельне паливо — водопаливну емульсію (ВПЕ), що характеризується вищою фізичною стабільністю, ніж ВБЕ, і для її приготування потрібно значно менше ПАР.

В разі використання в дизелях ВПЕ питому витрату палива можна знизити на 2...6 %. Димність відпрацьованих газів при цьому зменшується завдяки впливу водяних парів на процес газифікації вуглецю (сажі).

Обводнене дизельне паливо характеризується зниженням цетанового числа і великим періодом затримки самозапалювання. Однак наявність «мікровибухів» крапель емульсії та вплив на згоряння суміші присутності води в паливі призводять до інтенсифікації виділення тепла і скорочення тривалості згоряння палива, що сприяє зниженню його витрати.

§ 5.8 Сфера застосування перспективних видів палив

На думку фахівців, передусім доцільно використовувати МТБЕ як добавку до бензину.

Для роботи на бензині з додаванням МТБЕ двигун і паливна апаратура не потребують якихось конструктивних переробок і зміни регулювань.

Застосування МТБЕ як добавки до бензинів дає змогу припинити (або скоротити) випуск етилованих бензинів й у перспективі використовувати для очистки відпрацьованих газів каталітичні нейтралізатори.

Широкого застосування може набути *бензометанольна суміш* з умістом 3...5 % метанолу. Така суміш також не потребує якихось переробок двигуна і регулювання паливної апаратури та додання до неї спеціальних стабілізаторів (робота двигуна на бензометанольній суміші забезпечує економію бензинів на 1,5...3 %).

Бензометанольна суміш з умістом 15 % метанолу здатна забезпечити нормальну роботу машини й економію бензину до 14 %. Однак складність застосування зазначеної суміші полягає в тому, що потрібні перерегулювання карбюратора й установлення допоміжних трубопроводів для звільнення парових пробок. Тому в камеру згоряння метанол і бензин треба подавати окремо. Двигун за малих навантажень може працювати на бензині, а на режимах, близьких до повного навантаження, і частково при розгоні — з доданням рідкого метанолу. При цьому економія бензину досягає 20 %. Крім того, можна використовувати низькооктанові сорти бензину без використання стабілізатора, що дорого коштує. При розробці економічно виправданих реактивів метанол можна застосовувати у чистому вигляді без домішок бензину.

Водень як паливо для автомобілів широко застосовуватиметься в майбутньому. А нині його можна використовувати як добавку до бензину.

Додання води до бензину потребує встановлення на двигуні додаткової системи живлення або створення стабільних водобензинових емульсій, які дадуть змогу зменшити використання стабілізаторів, що також дорого коштують.



**Контрольні запитання
та завдання**

1. Які види палива належать до перспективних?
2. Назвіть переваги та недоліки спиртів (етанолу й метанолу).
3. Назвіть переваги та недоліки МТБЕ.
4. Що таке газовий конденсат і де він застосовується?
5. Які властивості водню як палива? Назвіть його переваги та недоліки.
6. Який механізм дії води як домішки до палива?
7. Назвіть способи застосування води як домішки до палива.

Глава 6

ХІММОТОЛОГІЯ МОТОРНИХ ОЛИВ

§ 6.1

Загальні відомості

Моторні оливи працюють при високих температурах і тиску. *Температура газів* у камері згоряння досягає 2500 °С, а температура деталей у картері коливається у межах 50...200 °С. При цьому частина оливи згоряє.

Витрати оливи у двигуні — один із найважливіших експлуатаційних показників, що характеризує технічний стан двигуна. Цей показник залежить від конструктивних особливостей двигуна і його системи мащення, а також від режиму й умов роботи, якості застосовуваних палива й оливи і зношування циліндропоршневої групи.

Втрати оливи від спалювання найбільші, але вони неминучі. Їх можна зменшити до мінімуму, проте зовсім уникнути їх неможливо, оскільки олива просочується в камеру згоряння через поршневі кільця, які, подібно до насоса, із картера перекачують туди частину оливи, що потрапляє на стінки циліндрів. Чим більше зношення двигуна, тим більший зазор між циліндром і кільцями та тим більше згоряє оливи, що також залежить від зазорів у кривошипно-шатунному механізмі: чим більші зазори, тим більше оливи розбризкується на стінки циліндрів і тим більше її проникає в камеру згоряння.

Витрата оливи значно зростає зі збільшенням частоти обертання вала двигуна, оскільки при цьому на стінки циліндра потрапляє більше оливи й вона швидше потрапляє в камеру згоряння. За збільшенням частоти обертання колінчастого вала удвоє витрата оливи зростає у 6...8 разів.

На витрату оливи дуже впливає її в'язкість: чим вона більша, тим менше витрачається оливи, і навпаки. Крім того, витрата оливи залежить від її фракційного складу та режиму роботи двигуна. Чим

менша температура кипіння оливи, тим швидше вона випаровується на нагрітих деталях двигуна і згорає.

Крім основних функцій, олива виконує ще й *функцію ущільнювальних матеріалів*.

Під час роботи двигуна в оливі накопичуються нерозчинні продукти: сажа, нагар, продукти окиснення оливи і механічні частинки від зношування деталей, а також розчинні в оливі продукти (кислоти, смоли), які містяться в ній та утворюються внаслідок окиснення оливи, палива і присадок. Крім того, в оливу потрапляє незгоріле паливо (найчастіше — його важкі фракції) та вода. Тому в процесі експлуатації машини олива змінює не тільки свій колір, а й властивості: зменшується або збільшується в'язкість, знижується температура спалаху, зростає лужне число, збільшуються зольність, коксованість і вміст механічних домішок.

Продукти, нерозчинні в оливі, зумовлюють значне зношення деталей двигуна, але за наявності добротної фільтрації оливи цьому частково можна запобігти. *Продукти, що розчиняються в оливі*, — небезпечні для двигуна. Ще більшою загрозою для нього є зниження в'язкості оливи, яку в цьому разі треба негайно змінити.

§ 6.2 Основні вимоги до якості олив

Умови роботи олив у двигунах внутрішнього згоряння з часом погіршуються. Форсування навантажувальних і швидкісних режимів двигунів, а також зменшення місткості системи мащення призводять до підвищення температури деталей і, як наслідок, до інтенсифікації процесів окиснення олив. Високі температури та граничний тиск у вузлах тертя, впливи агресивних середовищ, парів води, відпрацьованих газів і постійний контакт розпиленних частинок із киснем повітря — все це знижує показники якості олив. Крім основного призначення — зменшення тертя і зношування тертьових деталей, моторні оливи мають задовольняти такі експлуатаційні вимоги:

- безперебійне надходження оливи до всіх тертьових деталей;
- ущільнення зазорів у спряжених деталях двигунів, насамперед у спряженні циліндр—поршень;

- надійне охолодження тертьових деталей та відведення теплоти від вузлів тертя;
- видалення продуктів зношування із зони тертя й захист цієї зони від потрапляння в неї шкідливих домішок із зовнішнього середовища;
- надійний захист робочих поверхонь деталей двигуна від корозії продуктів окиснення оливи та згоряння палива;
- запобігання утворенню високо- і низькотемпературних відкладень (нагарів, лаків, золи, шлаків) на деталях двигуна;
- високу стабільність у разі окиснення, механічного впливу й обводнення, тобто збереження експлуатаційних властивостей за різних умов застосування й тривалого зберігання;
- мінімальні витрати оливи під час роботи двигуна;
- великий термін роботи до заміни оливи і збільшення ресурсу двигуна;
- мінімальну токсичність під час зберігання й експлуатації.

Як бачимо, зазначені вимоги є дуже різними і потребують створення надійних та ефективних олив.

Насамперед необхідно, щоб олива зберігала працездатність у широкому діапазоні температур, навантажень і швидкостей руху тертьових деталей, не змінювала своїх властивостей під час зберігання та перекачування, а також щоб не була токсичною й забезпечувала надійну й економічну роботу двигуна.

§ 6.3 **Склад і добування олив**

Основу моторних олив становлять мінеральні оливи, які видобувають з мазуту. Як відомо, мазут — це залишок після прямої перегонки нафти, що складається з важких фракцій. Тому вироблені з мазуту оливи, а також паливо для двигунів в основному складаються з вуглеводнів, які мають велику молекулярну масу (кількість атомів вуглеводнів у їхніх молекулах коливається від 20 до 50).

У мінеральних оливах, які добувають із мазуту, крім вуглеводнів обов'язково присутні нафтенові кислоти, сірчисті сполуки й смолисто-асфальтенові речовини.



Рис. 6.1
Принципова схема здобуття оливи

За способом вироблення оливи поділяються на дистилатні та залишкові.

- **Дистилатні оливи** виробляють вакуумною перегонкою мазуту з продуванням водяною парою, при цьому виділяється не менше ніж три оливні дистилати, що містять вуглеводні з температурою кипіння 300...500 °C (рис. 6.1).

Ці дистилати ще не готові до використання як оливи, оскільки містять надмірну кількість нафтових кислот, смол, сірчистих сполук, інших шкідливих домішок. Тому всі без винятку оливні дистилати підлягають очищенню.

Залишком мазуту після одержання дистилатних оливи є гудрон.

- **Залишкові оливи** — це очищені гудрони. Вони, порівняно з дистилатними, містять більше смолисто-асфальтенових речовин і високоплавких вуглеводнів, тому їх очищення здійснюється ретельніше різними способами.

Дистилатні оливи характеризуються добрими в'язкісно-температурними властивостями й високою термоокиснювальною стабільністю, але малою маслянистістю (міцністю масляної плівки).

Залишкові оливи, навпаки, мають високі маслянистість і несучу спроможність, але погані низькотемпературні властивості.

Для одержання товарних олив добуті оливні фракції піддають очищенню: з них видаляють продукти окиснювальної полімеризації, органічні кислоти, нестабільні вуглеводні, сірку та інші небажані речовини.

● **Технологія очистки базових олив.**

Вона впливає на властивості олив, тому важливо при їх виборі знати способи очищення. Основними способами очистки є: кислотно-лужний, кислотоконтактний, очистка оливи селективними речовинами, гідрогенізація, фільтрування.

Кислотно-лужна і кислотоконтактна очистка. За кислотно-лужної очистки головним реагентом є сірчана кислота (до 6 %), яку додають у дистилятні оливи, а в залишкові — до 10 % цієї кислоти. Сірчана кислота руйнує смолисто-асфальтенові та ненасичені сполуки, які разом із непрореагованою кислотою випадають в осад, утворюючи *кислий гудрон*. При цьому найважливішими для олив є *n*-парафінові вуглеводні. Після видалення кислого гудрону оливи промивають водяним лужним розчином, що нейтралізує залишки сірчаної кислоти та кислого гудрону.

Закінчується очистка промиванням оливи водою і просушуванням перегрітою парою або гарячим повітрям. За даного способу очищення олив можуть утворюватися стійкі водомасляні емульсії, тому обробку лугами замінюють контактним фільтруванням із використанням вибільних глин, які мають велику адсорбційну здатність полярно-активних речовин (продукти, що взаємодіють із сірчаною кислотою). Цей спосіб дістав назву *кислотоконтактної очистки*. Його суттєвими недоліками є:

- висока вартість та дефіцит сірчаної кислоти;
- утворення кислого гудрону, дуже токсичного і шкідливого для навколишнього середовища.

Очищення олив селективними речовинами. Це сучасний та ефективний спосіб очистки олив. Його особливістю є можливість у процесі очищення олив багаторазово використовувати селективні розчинники.

Принцип селективної очистки полягає ось у чому. Добирають розчинник (наприклад, фенол, фурцулол), який за певних температур і кількісного співвідношення з очищеною оливою вибірково (селективно) розчиняє всі шкідливі домішки і погано або зовсім не

розчинює оливу. При цьому одержана рідина розділяється на два шари: оливу та шар розчинника зі шкідливими домішками. Відтак шари розділяють, очищену оливу доочищують вибільними глинами, а екстракт розчинника зі шкідливими домішками регенерують, після чого використовують повторно.

Для забезпечення якісної очистки високов'язких залишкових олив застосовують *спосіб парних розчинників*, за якого один розчинник має вибірково розчинити шкідливі домішки, а інший — очищену оливу. В цьому разі для розчинення домішок використовують креозол з 30...50 % фенолу, а для розчинення очищеної оливи (рафінату) — пропан. Для підтримання пропану в рідкому стані очистку проводять під тиском у 2 МПа.

Очищення олив гідрогенізацією. Цей спосіб є найдосконалішим. Процес очищення подібний до гідроочистки палива. Проводять його під тиском до 2 МПа за наявності водню за температури 380...400 °С.

Для поліпшення низькотемпературних властивостей зимових і північних олив їх піддають деасфальтації та депарафінізації.

Деасфальтацію виконують за допомогою рідкого пропану, який під тиском 2...4 МПа змішується у спеціальних колонках з очищеною оливою у співвідношенні 10:1. Очищена олива потрапляє в середню частину колонки, а пропан — у нижню. Розчин очищеної від асфальтену оливи із верхньої частини колонки зливають, після чого очищають від розчинника.

Депарафінізацію виконують вилученням з оливи парафіну і церезину за допомогою глибокого охолодження (виморожування). Перед охолодженням в оливу додають розчинники. Спочатку суміш нагрівають на 15...20 °С вище за температуру цілковитого розчинення парафіну та церезину, після чого її охолоджують і фільтрують або центрифугують. Цей спосіб енергоємний та дорогий, тому депарафінізації піддають тільки північні оливи. В умовах України в депарафінізації палива немає потреби.

Спосіб очищення олив, що ґрунтується на її фільтрації крізь спеціальні мембрани, запропонований порівняно недавно і зводиться до фільтрації олив на молекулярному рівні, тобто фільтр пропускає молекулу вуглецю та затримує молекулу продуктів окисної полімеризації. Очищені продукти за потреби змішують для одержання необхідних властивостей, насамперед густини.

Після очищення базових оли із них виготовляють товарні, які можуть бути дистилатними, залишковими або їхньою сумішшю. Однак ці оли не завжди повністю задовольняють висунуті до них вимоги. Тому для забезпечення необхідних якостей оли у базові оли додають синтетичні домішки, що одночасно поліпшують одну або кілька властивостей оли.

§ 6.4 Властивості оли

Моторні оли характеризуються в'язкістю, індексом в'язкості (ІВ), мастильними та мийними властивостями, термоокиснювальною стабільністю, лужним числом (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

**Вплив основних показників на властивості моторних оли
і роботу двигуна**

Показник	Пояснення	Вплив на роботу двигуна
В'язкість	Це один із основних параметрів, який оцінюється кінематичною в'язкістю за температури 100 °С	Від в'язкості оли залежать ущільнення та легкість пуску двигуна при мінусових температурах, втрата потужності на тертя та інтенсивність зношування тертьових деталей, а також прокачуваність оли трубопроводами й каналами системи мащення, очищення оли у фільтрах, видалення забруднень із тертьових поверхонь, втрати оли крізь ущільнення
Індекс в'язкості	Це безрозмірна величина, що вказує на ступінь зміни в'язкості оли залежно від температури	Чим вищий індекс в'язкості оли, тим кращі її в'язкісно-температурні властивості. Олива з індексом в'язкості 80...90 вважається доброю, а з індексом 90 і вище — відмінною. Індекс в'язкості синтетичних оли вищий за 100, а іноді навіть 500

Закінчення табл. 6.1

Показник	Пояснення	Вплив на роботу двигуна
Мастильні властивості	Це здатність олив утворювати на тертьових поверхнях пружну плівку, яка перешкоджає їхньому безпосередньому контактові	Чим кращі мастильні властивості олив, тим менша інтенсивність і швидкість зношування тертьових поверхонь, що особливо важливо в разі виникнення граничного тертя
Мийні властивості	Це здатність олив забезпечувати необхідну чистоту деталей двигуна, підтримуючи продукти окиснення й забруднення в суспензованому стані	Мийні присадки запобігають осіданню лакових відкладень (смол) і зменшують або виключають нагароутворення на деталях двигуна
Термоокиснювальна стабільність	Оцінює схильність до окиснення за високої температури й утворення відкладень	Чим вища термоокиснювальна стабільність, тим краща якість оливи, тим менше утворюється нагару й тим надійніше працює двигун
Лужне число	Характеризує вміст в оливі речовин, які мають кислотні властивості. Воно виражається в міліграмах КОН на 1 г оливи та є показником нейтралізації кислот, які містяться в оливі	Оливу, що має лужні властивості, застосовують переважно як мастильний матеріал для дизельних двигунів, які працюють на сірковмісних паливах, задля зменшення ерозійного зношування деталей

● **В'язкісно-температурні властивості.** В'язкісно-температурні властивості олив характеризуються в'язкістю, індексом в'язкості та температурою застигання.

В'язкість оливи, як і в'язкість палива, найчастіше визначають і нормують в одиницях кінематичної в'язкості. У нафтових оливах, як і в дизельному паливі, міститься багато високоплавких твердих вуглеводнів — парафіну та церезину, які за мінусових температур починають виділятися у вигляді кристалів, схожих на голки або пластини. Кристали переплітаються між собою й утворюють своєрідний

каркас, заповнений рідкою оливою. При цьому її в'язкість різко зростає, олива втрачає рухливість і застигає.

Тому, коли підбирають оливу для двигуна або механізму, перш за все звертають увагу на її в'язкість.

Із підвищенням в'язкості оливи рідинне мащення стає стійкішим, але водночас зростає опір переміщенню тертьових деталей. Чим вища в'язкість оливи, тим більший цей опір.

При нормальній роботі двигуна і використанні загальних (незагущених) олив у зв'язку з накопиченням продуктів окиснення та полімеризації оливи і потраплянням у неї продуктів зношування деталей двигуна в'язкість оливи збільшується. При цьому подача оливи до тертьових пар і працездатність системи фільтрації оливи знижуються, а пускові властивості дизеля погіршуються. Але через неповне згоряння або внаслідок витікання із системи живлення в оливу працюючого двигуна може потрапляти паливо. Це зменшує її в'язкість і погіршує мащення тертьових з'єднань.

Про ступінь розрідження олив паливом і наявність у них більш легких паливних фракцій можна судити за температурою займання оливи. Зменшення температури займання взятої проби оливи (нижче 150 °C) вказує на наявність у ній палива.

В'язкість оливи залежить також від тиску у вузлах тертя та її температури. Якщо тиск у цих вузлах відносно великий, то ним можна знехтувати. Проте в сучасних двигунах тиск у деяких тертьових вузлах досягає 25...30, а іноді й 80 МПа. В цих випадках при конструюванні двигуна слід урахувати вплив тиску на в'язкість оливи.

Залежність в'язкості оливи від температури і тиску в реальних умовах її роботи у вузлах вал—підшипник (у певному діапазоні температур) указує на несприятливі впливи на працездатність цього вузла. При збільшенні навантаження на підшипник зростають тиск в оливному шарі та в'язкість оливи. Але підвищення в'язкості оливи призводить до збільшення гідродинамічних втрат, тепловиділення, підвищення температури і, як наслідок, якості оливи знижується.

Таким чином, автоматично регулюється в'язкість оливи й несуча здатність підшипника. У цьому разі важливо збалансувати ці фактори або цілеспрямовано керувати ними.

Для *структурної в'язкості* характерною є її залежність не тільки від тиску та температури, а й від градієнта швидкості зсуву. Чим більший цей градієнт, тим менша ефективність в'язкості. Під час роботи оливи у підшипниках або циліндропоршневій групі градієнти швидкості зсуву досягають кількох тисяч одиниць градієнта

(C^{-1}), що помітно посилює ефективну в'язкість оливи при низьких температурах і зменшує опір рухові механізмів.

Залежність в'язкості оливи від температури ускладнює її правильний вибір. Якщо при 100...150 °C в'язкість має бути достатньою для гідродинамічного тертя у підшипниках і створення надійної захисної плівки в циліндропоршневій групі, а також газорозподільному механізмі, то при низьких температурах в'язкість оливи не має бути високою, щоб не ускладнити провертання колінчастого вала двигуна стартером. Тому при виготовленні моторних оливи слід доступними й ефективними способами зменшити залежність в'язкості оливи від температури (наприклад, відокремлення з оливи парафінів або загущення оливи). Однак повністю вилучити парафін з оливи технічно складно й економічно невигідно. Простішим способом поліпшення властивостей оливи при низьких температурах є введення в них *депресорних присадок*, дія яких зводиться до запобігання утворенню кристалічних решіток. Ці присадки додають до оливи у кількості 0,1...1,0 %, що дає змогу зменшити температуру її застигання на 10...20 °C і більше.

Температура застигання — дуже важливий показник низькотемпературних властивостей оливи, але насправді він менш надійний, ніж показник в'язкості за низьких температур. За температури застигання неможливо встановити, при якій температурі олива ще прокачуватиметься і буде можливим пуск двигуна. Температура, за якої рухливість оливи достатня для пуску холодного двигуна, завжди вища від температури її застигання на 10 °C.

Запропонований у США в 1929 р. індекс в'язкості застосовується для оцінки схильності оливи до зміни її в'язкісних властивостей. При зміні температури цей параметр дає можливість оцінити в'язкісно-температурні властивості певного сорту оливи порівняно з двома еталонними оливами.

Чим плавніше змінюється крива в'язкості залежно від температури, тим кращі в'язкісно-температурні властивості оливи. Оливи з $IV = 80...90$ вважають добрими, а з $IV > 100$ — відмінними.

Прийнятий індекс в'язкості є головним показником в'язкісно-температурних властивостей оливи, але й він повною мірою не відображує всю в'язкісно-температурну характеристику оливи, особливо в області мінусових температур.

Нафтанові оливи мають, як правило, невисокий IV . Для усунення цього недоліку використовують в'язкісні присадки.

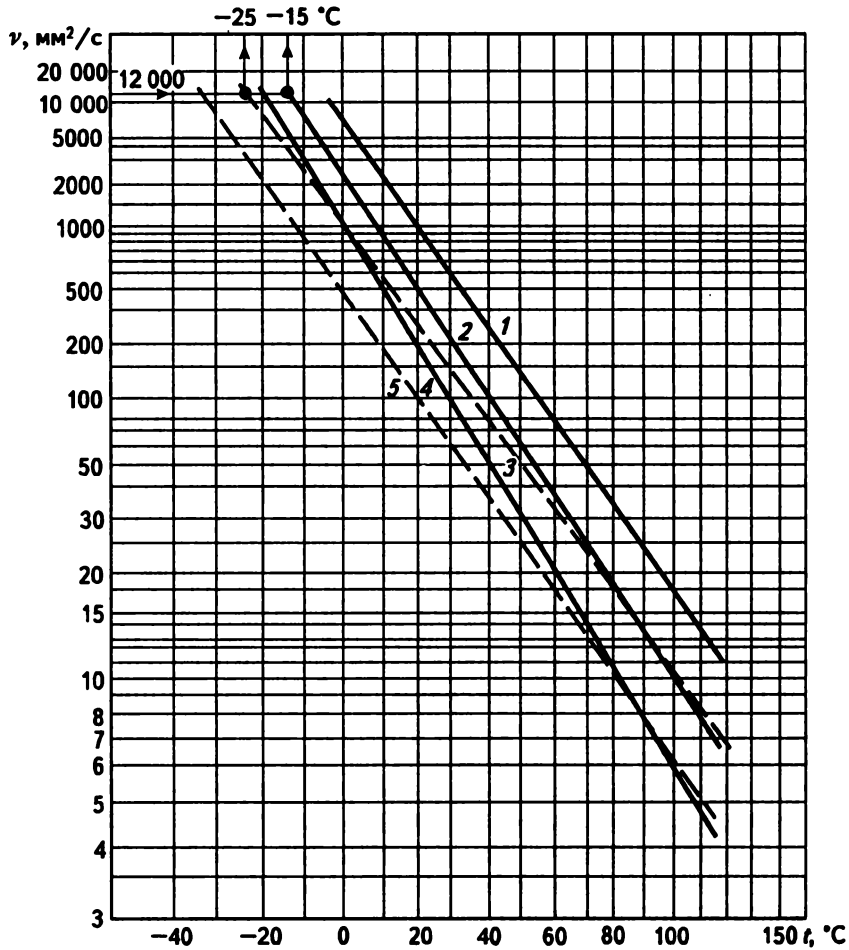


Рис. 6.2
Залежність в'язкості олів від температури:
1 — МТ-16П; 2 — М-10Б; 3 — М-6з/10Б; 4 — М-6В; 5 — М-4з/6Б.

Оливи з в'язкісними присадками дістали назву згущених. Для їх виготовлення за основу беруть оливу з в'язкістю при 100 °C близько 2...6 мм²/с, що зберігає свої властивості за температури -30...-35 °C, і вводять у неї 2...5 % в'язкісної присадки. При цьому в'язкість

здобутої суміші за температури 100 °С зростає до необхідного значення.

Значення в'язкості моторних олив за мінусових температур під час пуску холодного двигуна не мають перевищувати встановлених розрахунками й експлуатаційними випробуваннями машин.

Для з'ясування температури, за якої ще можливий пуск двигуна без підігрівання, можна користуватися залежністю, показаною на рис. 6.2. Так, холодний двигун ЗИЛ-130, заправлений оливою М-10Б₁ (при $v = 12\,000\text{ мм}^2/\text{с}$) (крива 2), можна запустити при 15 °С, а такий самий двигун, заправлений оливою М-6з/10Б₁ (крива 3) — при -25 °С.

Згущені оливи майже не утворюють нагарів і забезпечують найменші витрати потужності двигуна на тертя, що сприяє збереженню палива та зменшенню інтенсивності зношування деталей двигуна.

● **Масильні властивості.** Під масильною властивістю розуміють здатність олив утворювати на тертьових поверхнях *пружну плівку*, яка перешкоджає їх безпосередньому контакту. Ця плівка складається з кількох рядів молекул, механізм утворення яких різний. Загалом плівка утворюється завдяки утриманню силовим полем поверхонь, між якими виникає тертя, компонентів олив, тобто внаслідок адсорбції плівка утворюється за суто хімічної взаємодії.

Адсорбована плівка добре утримується на деталях, які труться, лише за помірних температур і невеликого тиску, а зі збільшенням тиску та температури ($t > 150\text{ °С}$) вона легко руйнується, що призводить до тертя без масильного матеріалу.

Установлено, що *міцність оливної плівки* залежить від полярної активності молекул олив, тобто від їхньої здатності утворювати міцні шари орієнтованих молекул, які утворюють на поверхні своєрідний ворс. Чим довші полярно-активні молекули олив і чим міцніше вони з'єднуються з поверхнею тертьових деталей, тим вища маслянистість оливи. При цьому тертя відбувається між окремими шарами молекул олив, а не між окремими молекулами металу. За відповідного добору поверхнево-активних речовин (ПАР), які входять до складу оливи, кількість цих шарів може сягати 1000 і більше, а їхня сумарна товщина — 1,5...2 мкм, однак коефіцієнт тертя не залежить від товщини цього шару.

Цим пояснюється той факт, що досить додати до оливи трохи речовин із високою полярною активністю (ПАР), щоб маслянистість оливи (її масильні властивості) різко поліпшилася.

Найчастіше на тертьових деталях утворюється не адсорбована, а *хімічна плівка*. Вона утворюється при введенні в оливу присадок з органічних сполук сірки, хлору й фосфору, які у процесі тертя сприяють утворенню на поверхнях деталей тонких плівок у вигляді хімічних з'єднань: сульфідів, фосфатів і хлоридів. Ці плівки мають нижчі, ніж у металів, температури плавлення і забезпечують «*позитивний градієнт*» (менший зсувний опір поверхневого шару деталей відносно підкладки). Завдяки цьому за високих температур ($> 150\text{ }^{\circ}\text{C}$) у місцях контактів тертьових поверхонь ці з'єднання плавляться та течуть, виконуючи функції оливи.

● **Мийні та диспергуючі властивості.** На всіх деталях, де тонкий шар оливи нагрівається до високої температури (наприклад, у зоні поршневих кілець, на юбці та зовнішніх стінках поршня, а також на шатунах), олива окиснюється з утворенням вуглецевих речовин, які відкладаються на поверхні металу у вигляді тонкого міцного шару з гладкою і, найчастіше, блискучою поверхнею. Складається враження, що деталі покриті лаком. Звідси ці вуглеводні відкладення дістали назву *лакових*. Вони дуже міцно утримуються на поверхні металу і є небезпечними для двигунів. Так, при заповненні кільцевих канавок лаковими відкладеннями кільця заклинюються, або, як кажуть, пригорають. Це призводить до підвищеної витрати оливи, зниження компресії та, як наслідок, до зниження потужності двигуна. При цьому кільця можуть ламатися і заклинювати поршні двигуна.

Якщо в оливу ввести спеціальну присадку, то її схильність до утворення лаку й інших відкладень можна різко знизити, а при вдалому доборі присадок усунути взагалі. При цьому деталі двигуна (навіть за тривалої роботи) не забруднюються і мають чистий вигляд, немовби їх тільки що очистили й помили. Звідси і виникли назви *мийні присадки* та *мийні властивості оливи*.

Для боротьби з лакоутворенням в експлуатаційних умовах треба не допускати роботу двигуна з перевантаженнями і напруженим тепловим режимом, підтримувати нормальний технічний стан поршневої групи.

Крім лакоподібних відкладень, двигун забруднюється мазеподібними масами, які дістали назву *низькотемпературних відкладень (шлам)*. Спочатку в оливі утворюється емульсія, чому сприяє вода. Її пара, просочуючись із циліндра крізь нещільність поршневих кілець,

за низьких температур конденсується і змішується з оливою. При цьому виникає оливна емульсія, яку стабілізують кислі продукти.

До складу емульсії входять металеві частинки від зношування деталей, дрібні частинки нагару, зола, смоли й асфальтени, а також інші тверді продукти високотемпературного окиснення. Емульсія виділяється з оливи у вигляді чорного, неприємного на дотик, липкого осаду на стінках і днищі картера, фільтрах грубої та тонкої очистки оливи й центрифугі. Спочатку осад пухкий, а з часом ущільнюється. Забруднюються також магістральні й відвідні канали. Чим нижча температура оливи в двигуні, що працює, тим швидше накопичується в ньому осад, який забиває мастильну систему.

Накопичення шламу в зоні мастилоприймача може серйозно порушити циркуляцію оливи і тим самим спричинити загальне чи часткове закупорювання оливних каналів. Особливо інтенсивно шлам утворюється у зношених двигунах із великим проривом газів у картер, які прискорюють окисні процеси в оливі.

Осади складаються з оливи (50...80 %), води (5...35 %), окисислот (2...15 %), карбенів і карбоїдів (2...10 %), асфальтенів (0,1...15 %), а також із механічних домішок різного походження. Вода в осадах міститься у вигляді стійкої емульсії. Утворення та відкладення осадів спричинює порушення (зниження) теплового режиму двигуна. Саме в такому режимі відбувається конденсація парів води і палива.

В умовах низькотемпературного режиму забруднення центрифуги шламами в 28 разів більше, ніж за високотемпературного режиму.

Аби моторні оливи ефективно запобігали утворенню осадів, вони мають зберігати свої високі *диспергаційні властивості* (ДВ) протягом тривалого періоду експлуатації.

Для зменшення кількості осадів слід:

- підтримувати оптимальний тепловий режим роботи двигуна;
- використовувати оливи, що характеризуються хімічною стабільністю і мають відповідні присадки;
- своєчасно замінювати оливні фільтри;
- ретельно промивати картер і всю систему мащення перед заправкою її свіжою оливою.

● **Захисні та корозійні властивості.**

Проблеми захисту металів від корозії виникають під час виготовлення, експлуатації та зберігання машин. Це одна з найважливіших проблем сучасної хімотології.

Корозія посилюється з підвищенням вологості та температури повітря за наявності в ньому агресивних газів. Корозійна дія стає інтенсивнішою, якщо двигун експлуатується чи зберігається в зонах вологого жаркого тропічного і морського клімату. Значення оливи при цьому двояке: з одного боку, вона захищає поверхні деталей від агресивного впливу зовнішнього середовища, а з іншого — спричинює корозію через наявність в оливі компонентів з корозійною дією.

Корозійні властивості оли залежать від наявності в них органічних кислот, пероксиду й інших продуктів окиснення, сірчаних сполук, неорганічних кислот, лугів і води.

Зношення циліндропоршневої групи значною мірою залежить від умісту сірчаних сполук в оливі, ніж у паливі. Через це підвищене зношування спостерігається в нижній та середній зонах циліндра, що пояснюється випаровуванням води під час переміщення оливи у верхню зону.

Для сповільнення процесу виникнення пероксиду та кислот до оливи додають *протиокисні й антикорозійні присадки*. Останні мають лужні властивості, які забезпечують нейтралізацію кислот продуктів, що утворюються в оливі. Стійкі властивості оливи характеризуються *лужним числом*.

Лужні властивості оливам надають *протиіржавні присадки*, вплив яких різний. Одні з них *утворюють на тертьових поверхнях дуже міцну захисну плівку*, що зберігає поверхню контакту від кислих продуктів подібно до того, як плівка фарби захищає поверхню металу від контакту з киснем повітря; інші — *уповільнюють окиснення оливи*, зменшуючи тим самим накопичення в ній кислих продуктів, що також знижує ерозійне зношення тертьових поверхонь. Крім того, деякі *присадки мають лужні властивості*. Їхня дія зводиться до того, що вони взаємодіють з кислими продуктами і нейтралізують їх. При цьому зношення деталей зменшується.

Наявність органічних (нафтанових) кислот в оливі пов'язана з їх неповним відокремленням у процесі її очищення. Щодо корозії ці кислоти практично безпечні: завдяки високій молекулярній масі вони слабо дисоціюють.

У процесі експлуатації оливи кількість кислот у ній збільшується в 3...5 разів, що залежить від хімічної нестабільності оливи, складу антиокиснювачів та умов роботи двигуна.

! Кислоти, що утворюються при окисненні оливи, є найнебезпечнішими, оскільки низькомолекулярні кислоти мають підвищену корозійну агресивність через розчинність їх у воді. Особливо небезпечні вони для вкладнів корінних і шатунних підшипників, виготовлених із кольорових металів та свинцевистої бронзи.

Корозійна дія олив пов'язана з умістом у них сірчаних з'єднань (15...20 %) у вигляді сульфідів, компонентів залишкової сірки й інших речовин, а за високих температур їх зміна призводить до появи сірководню, меркаптанів та інших, більш активних речовин.

§ 6.5 Присадки до олив

• **Номенклатура й експлуатаційні вимоги.** Найбільш ефективним і дешевим засобом поліпшення експлуатаційних властивостей мастильних матеріалів є присадки — речовини, які додаються до олив для надання їм нових властивостей або підсилення природних. При цьому підвищується надійність роботи двигунів.

Присадки добирають для кожної групи олив з урахуванням особливостей їх вироблення, застосування й умов зберігання. Моторні оливи без присадок не виробляються.

У сучасні моторні оливи вводять присадки кількох видів: в'язкісні, депресорні, протизношувальні, протизадирні, антикорозійні, протиокисні, протиіржавні, протипінні, мийні тощо. Проте оскільки окремі, навіть найефективніші, присадки не забезпечують задовільних експлуатаційних властивостей олив, то в них зазвичай додають поліфункціональні присадки або їх пакет, що дає змогу водночас поліпшити кілька властивостей оливи.

Загальні вимоги до присадок:

- якомога більша ефективність;
- повна розчинність в оливах за будь-яких температур;
- достатня фізико-хімічна стабільність (мають не випадати в осад під час експлуатації машин, тривалого зберігання олив, у разі зміни температури й дії води);
- сумісність із речовинами, які містяться в оливах, та іншими присадками;

- нейтральність (мають не погіршувати інших властивостей олів, до яких вони додаються).

Основні властивості та характеристики присадок:

Види присадок	Застосування
В'язкісні	Зменшують залежність в'язкості олів від температури. Застосовуються для вироблення зимових загущених олів або для підвищення їхнього індексу в'язкості. Вони додаються в кількості 2...5 % в малов'язкі оливи. При цьому необхідну в'язкість оливи одержують за температури 100 °С, а низькотемпературні властивості основної оливи зберігаються до -18 °С Загущені оливи забезпечують легкий і швидкий запуск двигуна взимку до -30...-35 °С, майже не утворюють нагари і забезпечують найменші витрати потужності двигуна на тертя, що сприяє економії палива
Депресорні	Знижують температуру застигання оливи. Їх додають в кількості 0,1...1,0 %, при цьому температура застигання олів знижується на 10...20 %. Вони майже не впливають на утворення кристалів парафіну під час охолодження олів, але запобігають їх зрощуванню, отже утворенню каркаса, завдяки чому знижується температура застигання оливи та зростає температурний діапазон її застосування
Протизношувальні	Зменшують зношування тертьових поверхонь. Мають високу поверхневу активність і здатні утворювати міцні адсорбовані плівки на тертьових поверхнях. Їх додають до олів у кількості 0,1...2,0 %
Протизадирні	Знижують зазор поверхонь тертя, що працюють під високими питомими навантаженнями. Взаємодіють з металами й утворюють сполуки, що покривають поверхні тертя. За високих температур плавляться, виконуючи функції мастильного матеріалу
Антикорозійні	Зменшують корозію металів і сплавів. Утворюють на поверхні тертя дуже міцну захисну плівку. Сповільняють окиснення оливи або мають лужні властивості (нейтралізують кислі продукти)
Протиокисні	Це різні органічні сполуки (сірчані, фосфорні, фенольні тощо). Дія цих присадок різна. Одні утворю-

	ють на поверхні тертя міцну захисну плівку, інші уповільнюють окиснення оливи, деякі мають лужні властивості, що нейтралізують кислі речовини
Протиіржавні	Захищають деталі від атмосферної корозії. Як захисні присадки застосовують: жирні кислоти, ефіри нафтоєвих і жирних кислот, металічні мила жирних кислот, сульфати металів. Дія цих присадок зводиться до утворення на поверхнях деталей міцних захисних плівок, які зберігають метал від контакту з водою й іншими речовинами, що спричиняють ржавіння. Крім того, вони запобігають електроерозійному зношуванню деталей. Зазвичай ці присадки додають перед тривалою консервацією машини
Протипінні	Запобігають піноутворенню в оливі. Це полісилоксани або силікони в кількості 0,0001...,0003 %. При цьому поліпшуються мастильні властивості олив
Мийні	Запобігають утворенню лаків, осадів нагарів на нагрітих деталях двигуна. Найчастіше це — солі кальцію і барію, рідше — магнію. Їх додають до олив у кількості 3...20 %. Найефективніше застосовувати їх разом із протиокисними присадками
Поліфункціональні	Водночас поліпшують кілька властивостей олив. Це суміш сполук (або окрема хімічна сполука), що має різну властивість
Пакет присадок	Суміші кількох присадок, призначених для використання в оливах. Кількість і якість цих присадок відповідає якості оливи

● **Сумісність присадок і олив.** Наявні оливи можуть одночасно містити до десяти функціональних присадок із сумарною концентрацією їх до 25...30 %.

Присадки мають повністю розчинюватися в оливі, не випадати в осад, не розпадатися при зберіганні, не впливати негативно на інші присадки й оливи, що зумовлює їхню сумісність.

Присадки спрацьовуються внаслідок:

- нейтралізації й диспергування речовин;
- згоряння палива й оливи;
- нейтралізації речовин окиснення оливи;

- осідання присадок на фільтрувальних елементах оливних фільтрів;
- взаємодії присадок з металами, з якими контактує олива;
- механічної та термічної деструкції оливи тощо.

На сьогодні велика кількість різних добавок і присадок, призначених для зменшення зношування деталей двигуна з одночасним підвищенням його потужності, зниження витрати палива, оливи тощо не відповідають вказаним у документації властивостям.

Так, термін роботи олів М-6з/10Г₁, М-5з/10Г₁ і М-6з/12Г₁ різний. Всі три оливи всесезонні й призначені для автомобілів «Жигулі». Проте тривалість роботи оливи М-6з/10Г₁ в 1,5 раза менша ніж двох останніх, тому що їх виробляють з доданням зарубіжних присадок, але в марці олів це не позначено.

Крім того, присадки до олів мають вищу густину і в'язкість, тому при змішуванні їх з оливою внутрішнє тертя в оліві збільшується, тобто енергія, яка витрачається на її прокачування, також збільшується. Тому на зменшення витрати палива та збільшення потужності двигуна присадки не впливають. Але застосовувати присадки треба обережно, оскільки більшість із них не мають тих магічних властивостей, які їм приписують. Крім того, необхідно знати весь комплекс присадок, що додаються до оливи при виробництві, що практично неможливо (фірми це не вказують). Але деякі присадки поліпшують властивості олів.

Так, вітчизняні присадки «фриктоли» і деякі зарубіжні проникають у мікротріщини і запобігають подальшому зношуванню деталей двигунів, шліфують поверхні тертя, покривають тертьові поверхні шаром мастил, що ущільнюють зазори, підвищують тиск у системі мащення.

Необхідно пам'ятати, що змішувати оливи різних фірм, якщо вони й призначені для однієї і тієї самої машини, не можна, бо кожна фірма додає в оливи свої присадки, хімічний склад яких відомий лише фірмі, що виготовляє їх. Взаємозамінювати оливи різних фірм можна, але для цього необхідно промити систему мащення свіжою оливою, бо залишки відпрацьованих олів прискорюють зношування деталей двигунів.

§ 6.6 Фактори, що впливають на зміну якості олив

При зберіганні, транспортуванні й у процесі роботи у двигунах олива зазнає глибоких хімічних змін: окиснення, полімеризації, розкладання, розщеплення, забруднення тощо. Особливо інтенсивні ці зміни під час роботи двигунів, тому що умови роботи оливи у двигуні складні та напружені.

Термін використання оливи у двигунах залежить від її стабільності, під якою розуміють здатність оливи зберігати свої початкові властивості та протистояти зовнішньому впливу за нормальних температур.

Стабільність олив оцінюють термостійкістю і термоокиснювальністю.

Термостійкість — це здатність нафтопродукту протидіяти хімічним перетворенням під впливом високої температури.

Термоокиснення — це термостійкість нафтопродукту до дії кисню. На стабільність олив впливають їхній хімічний склад, температурні умови, присутність води та механічних домішок.

Під *термоокисною стабільністю* олив розуміють їхню здатність протистояти старінню у процесі зберігання і використання.

Швидкість окиснення залежить від хімічного складу оливи, наявності в ній присадок, що сповільнюють цей процес, та від умов, за яких відбувається окиснення (температури, стану поверхні взаємодії оливи з повітрям, наявності каталізаторів).

Температура, за якої працює олива, в деяких зонах двигуна досягає 200...300 °С. За такої температури процеси окиснення будь-яких вуглеводнів відбуваються дуже інтенсивно. *Поверхня взаємодії оливи з повітрям* внаслідок її тонкого розпилення дуже велика (досягає сотень квадратних метрів). Каталізаторами, що прискорюють процес окиснення, є різні метали та продукти зношування деталей двигуна.

Встановлено, що не всі вуглеводні, які входять у моторну оливу, окиснюються однаково. *Найстійкішими* є ароматичні вуглеводні (арени) без бічних ланцюгів, а також нафтени (циклани), а найменш стійкими — парафіни (алкани).

Зі збільшенням *числа атомів вуглецю* в молекулі та за наявності бічних ланцюгів термоокисна стійкість олив зменшується. Таким

чином, наявність в оливі ароматичних вуглеводнів підвищує її термоокисну стабільність.

Наявність смол в оливі сповільнює окисні процеси, оскільки смоли є ефективними антиокиснювачами. Отже, за однакових умов роботи оливи спостерігається як прискорення (під впливом каталізаторів продуктів зношення), так і сповільнення (завдяки утворенню смол) окисних процесів.

Вирішальний вплив на процес окиснення оливи має її температура. При температурі 18...20 °С оливи зберігають свої властивості протягом п'яти та більше років, оскільки в них практично немає неорганічних вуглеводнів. Однак, починаючи з 50...60 °С, швидкість окиснення оливи із підвищенням температури на кожні 10 °С приблизно подвоюється. На *гарячих металевих поверхнях* (зонах поршневих кілець, напрямних клапанів, поверхні поршнів і циліндрів та інших деталях) олива міститься у вигляді тонкої плівки, що створює виключно сприятливі умови для її окиснення й окисної полімеризації. Це призводить до утворення лакових плівок, нагарів і шламів (липкого в'язкого осаду). Проте оливам під час роботи двигуна на такті окиснення доводиться контактувати в картері з високонагрітими газами (їхня температура в бензинових двигунах становить 150...450 °С, а в дизельних — близько 500...700 °С). Це різко погіршує умови їхньої роботи, що пов'язано з інтенсифікацією процесу окиснення оливи.

За хімічним перетворенням оливи у двигуні виділяють три зони: камеру згоряння, поршкову групу і картер. Вважається, що *оптимальна температура оливи в картері двигуна* — це така температура, за якої забезпечується мінімальна питома витрата оливи.

Як правило, вона лежить у межах 95...100 °С. Перевищення критичної температури оливи в картері (115...120 °С) знижує надійність роботи двигуна: температура в підшипниках досягає 150...155 °С, а у верхній частині циліндра (30...40 мм від верхньої мертвої точки (ВМТ)) — 200...210 °С. При цьому спостерігається деяке погіршення більшості показників оливи. Однак її старіння під час роботи двигуна описати однозначно не можна. Це дуже складний процес.

Підвищена температура і кисень повітря, з яким контактує олива, зумовлюють окиснення й окисну полімеризацію її молекул. Такі продукти окиснення вуглеводнів, як смоли, органічні кислоти, наявні в оливі в рідкому стані, сприяють збільшенню в'язкості й лужного числа, а асфальтові сполуки спричиняють утворення лаків

(особливо небезпечних липких осадів), які призводять до залягання і пригоряння кілець. Крім того, деякі продукти окиснення є джерелом утворення нагару та шламу.

Продукти глибокої окисної полімеризації, відкладаючись у зонах високих температур, потрапляють до картера і продовжують впливати на якість оливи.

Таким чином, у картері двигуна, що працює, формується складна суміш вихідної оливи з різними продуктами її старіння, від яких повністю очистити оливу за допомогою фільтрів не вдається. Через це кількість шкідливих частинок вуглеводнів в оливі збільшується.

Виділяють дві основні групи домішок, що забруднюють оливу:

- *органічні* (потрапляють в оливу з камери згоряння) — це продукти неповного згоряння палива і продукти термічного розпаду, окиснення та полімеризації оливи;
- *неорганічні* (частинки пилу зношених деталей, продукти зношування присадок тощо).

Крім того, з камери згоряння в оливу можуть потрапити вода, сполуки сірки й свинцю.

Частка забруднювальних домішок, що потрапляють в оливу при її виготовленні, транспортуванні, зберіганні та безпосередньо при заправці оливи, становить 0,08...0,23 % усіх забруднень.

Інтенсивність забруднення оливи в картері двигуна, що працює, залежить від:

- виду і властивостей палива;
- якості моторної оливи;
- конструкції та технічного стану двигуна;
- режиму його роботи в конкретних умовах експлуатації та інших факторів.

Для двигунів сучасних автомобілів (особливо взимку) під час пробігів на коротку віддаль, частих спусків і зупинок, тривалої роботи на вільному ходу характерною є робота при зниженому тепловому режимі. При цьому умови роботи олив можуть бути не менш жорсткими, ніж за напруженого теплового режиму: погіршується процес згоряння палива, збільшується потрапляння до картера вуглистих частинок і важких фракцій палива. Внаслідок цього інтенсифікуються процеси старіння та забруднення олив і випадання осаду (шламів).

Під час роботи в зниженому тепловому режимі утворення шлаків прискорюється в 20...30 разів порівняно з підвищеним тепловим режимом.

На зміну в'язкості оливи у процесі роботи двигуна впливають три фактори:

- утворення продуктів окисної полімеризації, які мають високу в'язкість і за тривалої роботи двигуна збільшують в'язкість оливи;
- потрапляння в оливу паливних фракцій, що знижують її в'язкість;
- механічна деструкція сполук згущення під дією високих механічних навантажень у тертьових вузлах двигуна (це стосується тільки згущених оли).

Таким чином, у двигуні, що працює, відбуваються глибокі зміни оливи: накопичуються продукти перетворення її вуглеводнів, забруднення частинками, що потрапляють із повітрям і паливом, збільшується кількість агресивних сполук. У всіх випадках якість оливи погіршується швидше, якщо її неправильно підібрано для двигуна, тобто коли якість оливи не відповідає вимогам і її треба змінювати.

❗ Слід пам'ятати, що термін роботи оливи визначається не тільки напрацюванням (пробігом), а й умовами її експлуатації.

Тому при встановленні термінів роботи оли в двигунах користуються бракувальними показниками, які досягли гранично можливих значень, що зумовлює необхідність зміни оливи. Такими показниками, як правило, є: зміна в'язкості, температури спалаху, лужності, вмісту забруднювальних домішок, води та палива, значення диспергуючих властивостей (ДВ) оливи та деякі інші.

Оцінювання ДВ за методом оливної плями полягає в нанесенні краплі гарячої оливи, взятої щупом або спеціальною піпеткою з картера гарячого двигуна (одразу після його зупину), на фільтрувальний папір (синя стрічка). Через 2 год утворена хроматограма може бути використана для оцінювання ДВ оливи.

На хроматограмі (рис. 6.3): d_1 — центральне ядро, що відповідає розходженню краплі оливи на поверхні фільтрувального паперу; d_2 — зона дифузії, тобто кільце окреслення нерозчинними в оливі продуктами забруднення навколо центрального ядра; D — зовнішнє світле кільце оливної плями. Дослід повторюють кілька разів і знаходять середні значення цих діаметрів.

Диспергуючі властивості оливи в умовних одиницях визначають за формулою

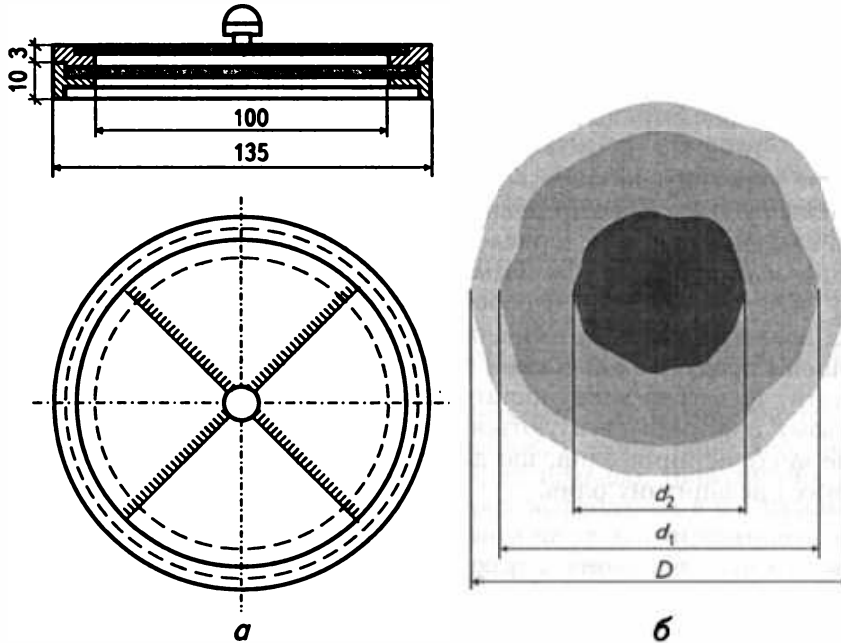


Рис. 6.3

Хроматограма оцінювання забруднення і якості оливи

а — планшет; б — пляма

$$ДВ = 1 - d_{\text{сер1}} / d_{\text{сер2}} \geq 0,3.$$

Незадовільними вважаються диспергуючі властивості оливи, менші від 0,3 умовної одиниці. Таку оливу слід замінити.

Більш відомими є *метод Пасічника та Хмельова*, за яким користуються спеціальним планшетом, на якому закріплюють аркуш фільтрувального паперу так само, як і на рис. 6.3. Планшет кладуть на прогріту частину двигуна (головку блока). На фільтрувальний папір наносять 3...4 краплі оливи зі шупа (одразу після зупину двигуна) і через 10 хв вимірюють вищезазначені діаметри. Визначають середні значення $d_{\text{сер1}}$, $d_{\text{сер2}}$, $D_{\text{сер}}$, знаходять відношення $D_{\text{сер}} / d_{\text{сер2}} = K$ та $d_{\text{сер2}} / d_{\text{сер1}} = K_1$.

Значення K дістало назву *коефіцієнта придатності оливи за наявності присадок*, а K_1 — *коефіцієнта забруднення оливи механічними*

* Більші значення показників стосуються оливи вищих груп.

домішками. При $K \leq 1,3$ і $K_1 \leq 1,4$ олива є придатною до експлуатації. При $K > 1,3$ та $K_1 > 1,4$ оливу треба замінити, а при $K \geq 1,3$ і $K_1 \leq 1,4$ до оливи слід додати присадки. При світло-жовтому та світло-коричневому кольорах оливи коефіцієнт K_1 визначати не потрібно, тому що це світла (чиста) олива.

При коротких добових і малому річному пробігах автомобіля інтенсифікуються корозійні процеси та помітно погіршуються захисні властивості оливи, прискорюється її старіння; тому оливу необхідно *мінати не менш як один раз на рік*. Однак, незважаючи на зміну якості оливи, при її роботі в двигуні основний вуглекислий склад оливи змінюється незначно, а загальна кількість механічних домішок і продуктів окиснення не перевищує 4...6 %. Якщо їх відокремити, то можна знову дістати базову оливу доброї якості. Саме на цьому принципі ґрунтуються регенерація (відновлення) та повторне використання олів, що дає змогу значно скоротити витрату дорогих і дефіцитних олів.

§ 6.7 Способи зниження витрат моторних олів

Продукти окиснення олів, частинки зношування деталей та забруднення із зовнішнього середовища і води поступово накопичуються в оліві. Зменшується в ній також уміст присадок. Усе це зумовлює необхідність періодичної заміни такої оливи на свіжу.

Терміни заміни оливи встановлюють експериментально. Звичайно, їх указують у технічному паспорті двигуна або машини і пов'язують із часом напрацювання двигуна (в мотогодинах) або пробігом автомобіля (в кілометрах). Однак при цьому не враховуються режим роботи двигуна та запиленість навколишнього середовища. Облік роботи двигуна в мотогодинах практично відсутній. Все це призводить до того, що олива змінюється передчасно або з запізненням (іноді значним).

У тому й іншому випадках господарство зазнає збитків. У першому випадку — через перевитрату оливи, у другому — через інтенсивне зношування двигуна і зниження його довговічності (ресурсу) та безвідмовності (напрацювання на відмову).

Більш доцільно у БДМ й інших машинах, що не мають лічильника мотогодин, міняти оливу не за напрацюванням, а за питомою витратою палива.

При жорстких режимах роботи двигуна, а також значній запиленості навколишньої атмосфери терміни зміни олив порівняно з рекомендацією заводів-виготовлювачів треба скорочувати вдвоє та більше (для автомобілів, наприклад, оливу за таких умов слід замінювати, як вважають деякі дослідники, через 1,5...2,0 тис. км пробігу замість 8...10 тис. км — за рекомендацією заводу-виготовлювача).

Чим частіше замінювати оливу, тим краще, оскільки при цьому зменшується зношування механізмів. Однак установлено, що забруднення оливи механічними домішками на якомусь періоді стабілізується завдяки її фільтрації.

Краще замінювати не оливу, а фільтри, щоб поліпшити тонкість фільтрації оливи. Що стосується присадок, то вони, природно, зношуються, але базова олива залишається, як правило, тривалий час якісною, якщо вона не розріджується через потрапляння в неї палива.

Таким чином, оливу слід замінювати не за напрацюванням, а за її фактичним станом, коли вона стає розрідженою або коли параметри її якості досягли граничних значень чи погіршилась робота двигуна.

Другий спосіб економії оливи — це створення олив, придатних для тривалої праці. Такі оливи вже є. Термін їх заміни становить 15...18 тис. км пробігу автомобіля (замість 8...10 тис. км).

І третій спосіб — удосконалення конструкції двигуна (поліпшення робочого процесу, газо- й оливоушільнення, циліндропоршневої групи, застосування ефективних систем очистки та охолодження олив, неперервне (автоматичне) доливання оливи тощо).

§ 6.8

Асортимент вітчизняних моторних олив та їх застосування

Сучасні моторні оливи — це нафтові продукти різного ступеня очищення, які містять одну або кілька присадок і призначені як мастильний матеріал в основному для автомобільних дизельних і бензинових двигунів.

Моторні оливи поділяють на такі сорти: універсальні (для бензинових і дизельних двигунів) та спеціальні. До універсальних сортів

відносять оливи, однаково придатні для мащення як моторних, так і дизельних двигунів.

● **Позначення моторних оли.** Позначення моторних оли в Україні (як і в інших країнах СНД) встановлені ГОСТ 17479.1—85 і мають кілька знаків: букву М (моторна), цифру (через дефіс), що характеризує клас кінематичної в'язкості, букву, яка визначає належність до групи за експлуатаційними властивостями, й *підрядковий числовий індекс*, що характеризує тип двигуна.

Залежно від кінематичної в'язкості моторні оливи поділяються на 22 класи: чотири зимові, вісім літніх і десять всесезонних (табл. 6.2).

Таблиця 6.2

**Класи в'язкості моторних оли
згідно з ГОСТ 17479.1—85**

Клас в'язкості	Кінематична в'язкість, мм ² /с		Клас в'язкості	Кінематична в'язкість, мм ² /с	
	при 100 °С	при -18 °С (не більше)		при 100 °С	при -18 °С (не більше)
3,	3,8	1250	24	21,9...26,1	—
4,	4,1	2600	3, / 8	7,0...9,3	1250
5,	5,6	6000	4, / 6	3,6...7,0	2600
6,	5,6	10 400	4, / 8	7,0...9,3	2600
6	5,6...7,0	—	4, / 10	9,3...11,5	2600
8	7,0...9,3	—	5, / 10	9,3...11,5	6000
10	9,3...11,5	—	5, / 12	11,5...12,5	6000
12	11,5...12,5	—	5, / 14	12,5...14,5	6000
14	12,5...14,5	—	6, / 10	9,3...11,5	10 400
16	14,5...16,3	—	6, / 14	12,5...14,5	10 400
20	16,3...21,9	—	6, / 16	14,5...16,3	10 400

Залежно від експлуатаційних властивостей і сфери застосування моторні оливи поділяють на шість груп (табл. 6.3).

Таблиця 6.3

**Групи моторних олив за призначенням
та експлуатаційними властивостями згідно з ГОСТ 17479.1—85**

Група		Сфера застосування
А		Нефорсовані бензинові двигуни та дизелі
Б	Б ₁	Малофорсовані бензинові двигуни, що працюють в умовах, які призводять до утворення високотемпературних відкладів і корозії підшипників
	Б ₂	Малофорсовані дизелі
В	В ₁	Середньофорсовані бензинові двигуни, що працюють в умовах, які спричиняють окиснення оливи та утворення всіх видів відкладів
	В ₂	Середньофорсовані дизелі, які ставлять підвищені вимоги до антикорозійних, протизношувальних властивостей оливи і здатності запобігати утворенню високотемпературних відкладів
Г	Г ₁	Високофорсовані бензинові двигуни, які працюють у важких експлуатаційних умовах, що призводять до окиснення оливи та утворення всіх видів відкладів і корозії
	Г ₂	Високофорсовані дизелі без наддуву або з помірним наддувом, що працюють в експлуатаційних умовах, які призводять до утворення високотемпературних відкладів
Д		Високофорсовані дизелі з наддувом, які працюють у важких експлуатаційних умовах, або коли паливо, що застосовується, вимагає використання оливи з високою нейтралізуючою здатністю, антикорозійними та протизношувальними властивостями
Е		Високофорсовані дизелі з лубрікатором, що працюють в експлуатаційних умовах, важчих, ніж для групи Д

Підрядковий числовий індекс 1 присвоюють моторним оливам для бензинових двигунів, а 2 — для дизелів. У позначенні універ-

сальних олив, які використовують як в дизелях, так і в бензинових двигунах одного рівня форсування, підрядковий числовий індекс у позначенні відсутній. Універсальні оливи, які належать до різних груп, мають подвійне позначення, де перша буква та підрядковий числовий індекс характеризують якість оливи як дизельного палива, а друга буква та числовий індекс — як бензинового двигуна відповідних рівнів форсування.

Приклади позначення моторних олив

М-10В₁ — моторна олива класу в'язкості 10 (літня), призначена для середньофорсованого бензинового двигуна (В₁);

М-6з/10Г — моторна олива класу в'язкості 6з/10 (всесезонна), універсальна для високофорсованих дизелів і бензинових двигунів (Г);

М-4з/8В₂Г₁ — моторна олива класу в'язкості 4з/8 (всесезонна), призначена для використання в середньофорсованих дизелях (В₂) і високофорсованих бензинових двигунах (Г₁).

За критерій форсування двигуна приймають літрову потужність, ступінь стискання та частоту обертання колінчастого вала (табл. 6.4).

Таблиця 6.4

Класи бензинових двигунів за жорсткістю умов роботи олив

Клас двигунів	Потужність, кВт	Ступінь стиснення	Частота обертання, хв ⁻¹
Нефорсовані	До 14,7	До 5	До 2000
Малофорсовані	14,7...18,4	5...6	2000...3000
Середньофорсовані	18,4...25,7	6...7,5	3000...4500
Високофорсовані	25,7... і вище	Вище як 7,5	4500...5500 і вище
Високофорсовані, що працюють у тяжких експлуатаційних умовах	Їзда по місту з частими пусками і зупинками, буксування, з причепом, рух з максимальною швидкістю, по бездоріжжю		

Двигуни легкових автомобілів старих моделей («Москвич-412», «Волга ГАЗ-24», «Таврія-31029, 3110») належать до середньофорсованих, а двигуни сучасних легкових машин — до високофорсованих.

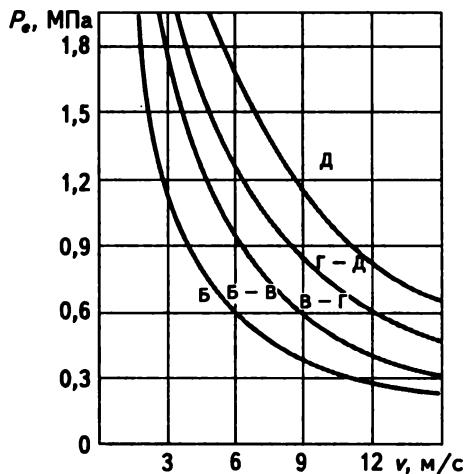


Рис. 6.4

Графік для вибору марки оливи
залежно від форсування двигуна

Для вибору марки оливи залежно від форсування двигуна спеціалісти (А. М. Шейнін і В. А. Зорін) пропонують графік (рис. 6.4). При його побудові за *критерій форсування двигуна прийнято* добуток середньої швидкості поршня на середній ефективний тиск. Криві рівних значень критерію форсування, показані на графіку, розмежовують п'ять областей використання олив для різних за ступенем форсування двигунів. Щоб застосувати потрібну групу олив, необхідно знати швидкість поршня V і середній ефективний тиск P_e у циліндрі в кінці такту стискання. Потрібна група олив міститься на перетині значень.

Кожна група олив має специфічні властивості, які залежать в основному від присадок, які вводять в неї (мийних, протиокисних, антикорозійних, протизношувальних тощо). Чим вища група, тим більше в оливі присадок:

Група олів	Присадки
А	Протиокисні, протиіржавні, депресорні в невеликій кількості
Б	Мийні, протиокисні, протиіржавні від 3 до 5 %
В	Мийні, протиокисні, протиіржавні, протипінні від 4 до 7 %
Г	Те саме, але в більших концентраціях — від 7 до 12 %
Д, Е	Те саме, але в більших концентраціях — від 18 до 25 %.

Оливи цих груп мають високе лужне число.

У марках *загущених олів* (наприклад, М-6з/10В₂, де «з» — загущена) в'язкісні властивості позначаються дробом, де чисельник характеризує в'язкість базової оливи за 100 °С, а знаменник — в'язкість загущеної оливи за 100 °С.

За типом вихідної оливи можна з'ясувати в'язкість загущеної оливи за температури -18 °С, оскільки вихідна олива й основа за тієї самої температури мають однакову в'язкість. Наприклад, олива марки М-6з/10В₂ за 100 °С має в'язкість 10 мм²/с, а за -18 °С — таку саму в'язкість, як і незагущена олива М-6В, тобто в межах 2600...10 400 мм²/с, в'язкість оливи М-4з/6В за -18 °С становить лише 1300...2600 мм²/с.

Автомобільні (або автотракторні) оливи за умови використання поділяються на літні, зимові, всесезонні, а за терміном служби — звичайні та довгопрацюючі. Звичайні оливи замінюють через 9...10 тис. км пробігу автомобіля, довгопрацюючі — через 18 тис. км.

Таблиця 6.5

**Застосування моторних олів
у двигунах автомобілів і будівельно-дорожніх машин**

Ступінь форсування двигуна	Марка двигуна	Рекомендована група олів (основна і замінилки)
Бензинові двигуни		
Малий	ГАЗ-51А, ГАЗ-52-01, ГАЗ-69, ЗИЛ-157, ЗИЛ-164А	Б ₁ і А
Середній	ГАЗ-53, ГАЗ-66, ЗИЛ-130, ЗИЛ-131, ЗИЛ-375ЯЧ	В ₁ і Б ₁

Закінчення табл. 6.5

Ступінь форсування двигуна	Марка двигуна	Рекомендована група олив (основна і заміники)
Високий	ЗИЛ-375	Г ₁
Дизельні двигуни		
Малий	Д-38, Д-48, Д-54, Д-60, КДМ-46, КДМ-100	Б ₂ і А
Середній	Д-21, Д-37М, Д-50, А-01М, А-41, СДМ-14, СМД-15Н, Д-108, Д-180, ЯМЗ-236, ЯМЗ-238А, ЯАЗ-М204, ЯАЗ-М206	В ₂ і Б ₂
Високий	Д-130, Д-160, Д-37Е, Д-144, 8ДВТ-330, ЯМЗ-238 НБ	Г ₂ і В ₂

Рекомендації щодо використання олив для сучасних двигунів наведено в табл. 6.5.

• **Моторні оливи для бензинових двигунів.** При виборі оливи для бензинових двигунів необхідно керуватися інструкціями з експлуатації, де вказані терміни заміни оливи й оливних фільтрів, а також інші операції з технічного обслуговування змащувальної системи двигуна.

Нормовані показники деяких моторних олив для бензинових двигунів наведено в табл. 6.6 і 6.7.

Таблиця 6.6

**Нормовані показники моторних груп
«А», «Б» і «В» за ГОСТ 10541—78**

Показник	М-8А	М-8Б ₁	М-8В ₁	М-4з/6В ₁	М-6з/10В ₁
В'язкість кінематична, мм ² /с, за температури, °С					
100 (в межах)	7,5...8,5	7,5...8,5	7,5...8,5	5,5...8,5	9,5...10,5
0 (не більше)	1200	1200	1200	—	—
—18 (не більше)	—	—	—	1100...2600	≤ 9000

Закінчення табл. 6.6

Показник	М-8А	М-8Б ₁	М-8В ₁	М-4з/6В ₁	М-6з/10В ₁
Індекс в'язкості, не менше як	90	90	93	125	120
Температура, °С: займання у відкрито- му тиглі, не нижче застигання, не вище як	200 -25	200 -25	207 -25	165 -42	200 -30
Корозійність на плас- тинках зі свинцю, г/м ² , не більше як	8	10	10	5	4
Мийні властивості (випробування на установці ПЗВ), бали, не більше як	1,5	1,0	1,0	1,0	0,5
Лужне число, мг КОН на 1 г, не менше як	1,2	3,4	4,2	5,5	5,5
Зольність сульфатна, %, не більше як	0,75	1,00	0,95	1,30	1,30
Масова частка механічних домішок, %, не більше як	0,015	0,015	0,015	0,020	0,020
Масова частка води	Сліди	Сліди	Сліди	Сліди	Сліди
Густина при 20 °С, кг/м ³ , не більше як	900	900	905	880	890

Таблиця 6.7

**Нормовані показники моторних оли групи
«Г» за ГОСТ 10541—78**

Показник	М-8Г ₁	М-12Г ₁	М-5з/10Г ₁	М-6з/10Г ₁	М-6з/12Г ₁
В'язкість кінематич- на, мм ² /с, за темпера- тури, °С: 100 (в межах)	7,5...8,5	11,5...12,5	10,0...11,0	9,5...10,5	≥ 12

Закінчення табл. 6.7

Показник	М-8Г ₁	М-12Г ₁	М-5з/10Г ₁	М-6з/10Г ₁	М-6з/12Г ₁
0 (не більше)	—	—	—	1000	—
—18 (не більше)	—	—	Не нормується	≤ 10 499	≤ 10 400
Індекс в'язкості, не менше як	100	95	120	125	115
Температура, °С: займання у відкрито- му тиглі, не нижче як застигання, не вище як	210 —30	220 —20	200 —38	210 —32	210 —30
Корозійність на пластинках зі свинцю марки С ₁ або С ₂ , г/м ² , не більше	Відсутня	Відсутня	Не нормується	Відсутня	Відсутня
Мийні властивості (випробування на установці ПЗВ), бали, не більше як	0,5	0,5	—	0,5	0,5
Лужне число, мг КОН на 1 г, не менше як	8,5	8,5	5,0	10,5	7,5
Зольність сульфатна, %, не більше як	1,30	1,30	0,90	1,65	1,30
Масова частка механічних домішок, %, не більше як	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Масова частка води	Сліди	Сліди	Сліди	Сліди	Сліди
Густина при 20 °С, кг/м ³ , не більше як	900	900	900	900	900

Останніми роками в Україні розроблені серії нових моторних олив, які відрізняються за рецептурою від стандартних і виготовляються відповідно до технічних умов заводів-виготовлювачів. Ураховуючи, що державного стандарту на моторні оливи ще не розроблено, Український науково-дослідний інститут нафтопереробки («Масма») увів нове позначення вітчизняних моторних олив. Наприклад, «ГАЛОЛ М-3042», «Славол М-2030» і «ЛЕОЛ М-3041». Позначення містить назву фірми — виробника продукту — перша група (ГАЛОЛ — АТ НПК «Галичина», Славол — АТ «Укртатнафта», ЛЕОЛ — Лебединський оливний завод, АЗМОЛ — Бердянський АТ «Азовські мастила і оливи»; М — моторна олива; друга група знаків (20, 30) запозичена з американської класифікації SAE; третя (1, 2, 3, 4, 5, 6) вказує на групу оливи за експлуатаційними властивостями відповідно до груп А, Б, В, Г, Д, Е; четверта (0, 1, 2) — характеризує вид двигуна, для якого призначена олива (0 — олива універсальна, тобто для дизельних і бензинових двигунів; 1 — для бензинових; 2 — для дизелів).

**Нормовані показники моторної оливи «Ольвіт 20/3041»
за ТУ У 38.5901444—96**

Показник	Норма
В'язкість кінематична (мм ² /с) за температури, °С: 100 (в межах) -18 (не більше)	11...14 10 400
Індекс в'язкості, не менше як	115
Температура, °С: займання у відкритому тиглі, не нижче як застигання, не вище як	205 -30
Корозійність на пластинках зі свинцю, г/м ² , не більше як	Відсутня
Мийні властивості за ПЗВ, бали, не більше як	0,5
Лужне число, мг КОН на 1 г, не менше як	7,5
Зольність сульфатна, %, не більше як	1,3
Масова частка механічних домішок, %, не більше як	0,015
Масова частка води	Сліди
Густина при 20 °С, кг/м ³ , не більше як	905

Таблиця 6.8

**Нормовані показники моторних олив
групи «Леол»**

Показник	«Леол-Ультра»	«Леол-Лідер»	«Леол-Преміум»	«Леол-M20/3041»	«Леол-M15/4041»
Кінематична в'язкість за температури 100 °С, мм ² /с (не менше)	12	12	12	10...12	10...17
Індекс в'язкості, не менше як	135	130	130	115	120
Температура, °С: займання у відкритому тиглі, не нижче як застигання, не вище як	205 – 35	205 – 25	205 – 25	205 – 25	205 – 30
Зольність сульфатна, %, не більше як	1,15	1,40	1,30	1,30	1,25
Лужне число, мг КОН на 1 г, не менше як	9,5	10,0	11,0	7,5	7,5
Густина, кг/м ³ , не більше як	910	910	910	910	910

Моторна олива «Ольвіт-20/3041» — всесезонна мінеральна, призначена для високофорсованих автомобільних бензинових двигунів; виготовлюється з глибокоочищених базових олив і містить пакет присадок фірми «Shell», який збільшує моторесурс двигуна між замінами оливи.

Моторні оливи групи «Леол» (табл. 6.8) — «Леол-Ультра» (синтетична) та «Леол-Лідер» (напівсинтетична), призначені для використання в усіх типах сучасних бензинових і дизельних двигунів, зокрема й у двигунах із турбонаддувом і двигунах, оснащених каталізатором для доспалювання CO₂ вихлопних газів; мають поліпшені в'язкісно-температурні характеристики (ВТХ) і забезпе-

чують безвідмовну роботу двигуна за низьких температур і зменшують витрату палива.

Моторна олива «Леол-Преміум» призначена для всесезонного використання в усіх типах сучасних бензинових і дизельних двигунів без турбонаддуву та з турбонаддувом для легкових і важконавантажених автомобілів, а також для тягачів, будівельних машин і сільськогосподарської техніки та забезпечує безвідмовну роботу двигуна за низьких температур.

Моторні оливи «Леол-М20/3041» і «Леол-М15/4041» призначені для використання в усіх типах високофорсованих двигунів наряду з моторною оливою М-6з/12Г₁. Вони мають поліпшені мийні та протизношувальні властивості, значно продовжують термін експлуатації двигуна.

● **Моторні оливи для дизельних двигунів.** Якість дизельних моторних олів відрізняється від бензинових поставленими до них вимогами та своїми експлуатаційними властивостями. Важливими критеріями при виборі оливи є: тип і призначення двигуна, рівень його форсування й умови експлуатації, а також вигляд і якість палива, що застосовується. В інструкціях з експлуатації конкретних технічних засобів міститься інформація щодо марок олів, які застосовуються, а також терміни їх заміни.

Усі дизельні моторні оливи містять присадки, які додаються до базових олів при їх виробництві.

Нормовані показники деяких моторних олів для дизельних двигунів наведено в табл. 6.9 і 6.10.

Таблиця 6.9

**Нормовані показники
моторних олів групи В₂**

Показник	М-10В ₂	М-14В ₂	М-20В ₂	М-16ИХП-3
	ГОСТ 8571—78	ГОСТ 12337—84	ГОСТ 23497—79	ГОСТ 25770—83
В'язкість кінематична при 100 °С, мм ² /с, в межах	10,5...11,5	13,5...14,5	18,0...22,0	15,5...16,5
Індекс в'язкості, не менше як	85	85	90	90

Закінчення табл. 6.9

Показник	М-10В ₂	М-14В ₂	М-20В ₂	М-16ИХП-3
	ГОСТ 8571—78	ГОСТ 12337—84	ГОСТ 23497—79	ГОСТ 25770—83
Температура, °С: займання у відкритому тиглі, не нижче як застигання, не вище як	205 —15	210 —12	235 —15	225 —25
Корозійність на пластин- ках зі свинцю, г/м ² , не більше як	10	Відсутня	Відсутня	9
Мийні властивості за ПЗВ, бали, не більше як	1,0	1,0	1,0	1,0
Лужне число, мг КОН на 1 г, не менше як	3,5	4,8	3,5	4,0
Зольність сульфатна, %, не більше як	1,30	1,20	1,30	1,25
Масова частка механічних домішок, %, не більше як	0,015	0,020	0,015	0,013
Масова частка води	Сліди	Сліди	Сліди	Сліди
Густина при 20 °С, кг/м ³ , не більше як	905	910	910	905

Таблиця 6.10

**Нормовані показники
моторних олів групи Г₂**

Показник	М-8Г ₂	М-10Г ₂	М-8Г _{2к}	М-10Г _{2к}
В'язкість кінематична (мм ² /с) за температури, °С: 100, в межах 0, не більше як	7,5...8,5 1200	10,5...11,5 —	7,5...8,5 1200	10,5...11,5 —
Індекс в'язкості, не менше як	85	85	95	95

Закінчення табл. 6.10

Показник	М-8Г ₂	М-10Г ₂	М-8Г _{2к}	М-10Г _{2к}
Температура, °С: займання у відкритому тиглі, не нижче як застигання, не вище як	200 -25	205 -15	210 -30	220 -18
Корозійність на пластинках зі свинцю, г/м ² , не більше як	20	20	Відсутня	Відсутня
Мийні властивості за ПЗВ, бали, не більше як	1,0	1,0	0,5	0,5
Лужне число, мг КОН на 1 г, не менше як	6	6	6	6
Зольність сульфатна, %, не більше як	1,65	1,65	1,15	1,15
Масова частка механічних домішок, %, не більше як	0,015	0,015	0,015	0,015
Масова частка води	Сліди	Сліди	Сліди	Сліди
Густина при 20 °С, кг/м ³ , не більше як	905	905	905	905

Показники моторних олів групи Д наведено в табл. 6.11.

Таблиця 6.11

Нормовані показники моторних олів групи Д

Показник	М-8ДМ	М-10ДМ	М-14ДМ	М- 6з14ДМ	МТ- 4з/8ДС	МТ- 5з/10ДМ
В'язкість кінема- тична, мм ² /с, за температури, °С: 100 (в межах) -18 (не більше)	8,0...8,5 —	≥ 11,4	14,0...15,0 —	14,0...15,0 10 400	7,5...8,5 2600	9,5...11,5 6000

Закінчення табл. 6.11

Показник	М-8ДМ	М-10ДМ	М-14ДМ	М-6з14ДМ	МТ-4з/8ДС	МТ-5з/10ДМ
Індекс в'язкості, не менше як	102	90	90	120	100	115
Температура, °С: займання у відкритому тиглі, не нижче як застигання, не вище як	195 -30	220 -18	230 -15	210 -30	200 -35	200 -40
Корозійність на пластинках зі свинцю, г/м ² , не більше як	Відсутня	Відсутня	Відсутня	Відсутня	10	10
Мийні властивості за ПЗВ, бали, не більше як	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Лужне число, мг КОН на 1 г, не менше як	8,5	8,2	8,0	9,0	7,0	9,0
Зольність сульфатна, %, не більше як	1,50	1,50	1,50	1,60	1,65	1,65
Масова частка механічних домішок, %, не більше як	0,020	0,025	0,020	0,020	0,020	0,020
Масова частка води	Сліди	Сліди	Сліди	Сліди	Сліди	Сліди
Густина при 20 °С, кг/м ³ , не більше як	897	905	910	910	905	910

Крім того, за технічними умовами України для дизельних двигунів виробляються моторні оливи «Ольвіт» М-3042, «Леол» М-3042 і «МАСТ».

Деякі оливи, що отримали сертифікат міжнародних стандартів, виробляються та позначаються за цими стандартами.

Моторна олива «Ольвіт» М-3042 виготовляється з глибокоочищених базових олив із пакетом присадок фірми «Shell», який збільшує моторесурс двигуна між замінами оливи. Олива для високофорсованих автотранспортних дизелів, котрі працюють за літніх умов.

Моторні оливи універсальні всесезонні групи «МАСТ», виготовлені на основі мінеральних базових олив, містять пакет присадок і призначені для застосування у високофорсованих двигунах легкового та вантажного транспорту й автотракторної техніки.

Моторна олива «Леол» М-3042 призначена для всесезонного використання в усіх високофорсованих дизельних двигунах, у тому числі в автомобілях КамАЗ, МАЗ, КраЗ, а також у двигунах тракторів Т-150, К-701, МТЗ-80, МТЗ-82, ЮМЗ-6. Олива має поліпшені мийні та в'язкісно-температурні властивості й надійний захист двигуна від відкладень і корозії.

До всесезонних загущених олив належать М-5з/10А; М-6з/10В₂ і М-4з/6В₁. Усі вони мають дуже добру в'язкісно-температурну характеристику й забезпечують пуск двигуна без розігрівання за $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (М-4з/6В₁ — за $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$). Остання є оливою тривалої дії (забезпечує пробіг автомобілів до 18 тис. км).

Для малофорсованих дизелів ЯАЗ-204, ЯАЗ-206, СМД-14, середньофорсованих ЯМЗ-236, ЯМЗ-240 та інших без турбонаддуву рекомендуються оливи М-8В₂ (зимова) і М-10В₂ (літня). Оливу М-8В₂ використовують влітку для малофорсованих дизелів.

Для високофорсованих дизелів типу ЯМЗ-238Н, ЯМЗ-240Н та інших рекомендуються оливи М-8Г₂ (зимова) та М-10Г₂ (літня), а для всіх модифікацій двигунів типу КамАЗ — оливи М-8Г_{2к} (зимова) і М-10Г_{2к} (літня).

Для потужних дизелів типів Д-6, Д-12, В-2-300 рекомендується всесезонна олива МТ-16П (вона забезпечує пуск двигуна без підігрівання за температур, вищих за $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, а за нижчих температур двигун потребує попереднього підігрівання).

Оливи М-8В₂ і М-8Г₂ забезпечують холодний запуск при $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, а за нижчих температур ($-20\ldots-25\text{ }^{\circ}\text{C}$) слід використовувати загущені оливи.

Таким чином, дизельні двигуни, встановлені на машинах, що експлуатуються на півночі, влітку та восени треба заправляти літніми олинами, а узимку — загущеними.

Асортимент моторних олив і рекомендації до їх застосування наведено в табл. 6.12.

Періодичність заміни оливи наведено в табл. 6.13.

Таблиця 6.12

Рекомендації щодо застосування моторних олив

Марка оливи	Індекс в'язкості	Температура застосування, °С	Зольність, %	Рекомендації щодо застосування у двигунах автомобілів і БДМ
М-8Б ₁	90	-25	Не нормується	Автомобілі ГАЗ-21, -51, -52-01, -69; ЗИЛ-157, -165А; МЗМА-401, -407 та ін.
М-8В ₁	90	-25	Те саме	Автомобілі ГАЗ-53, -53А, -66; ЗИЛ-130, -37ЯЧ, -37ЯГ; ЗМЗ-375; ЗМЗ-21, «Москвич-408»; «Урал-375», УАЗ-451
М-8Г ₁	100	-30	1,3	Автомобілі ЗИЛ-375, ЗМЗ-21; сім'ї ВАЗ; «Москвич-412» та його модифікації; ЗАЗ-965А, -966, -968; ГАЗ-24
М-12Г ₁ (літня)	95	-20	1,3	Усі сучасні автомобілі типу ВАЗ
М-6з/10Г ₁ (всесезонна)	125	-32	1,6	
М-5з/10Г ₁	125	-32	0,6	
М-6з/12Г ₁	125	-32	1,2	
М-8В ₂ (зимова)	90	-25	1,3	Д-21, -22, -37М, -50
М-10В ₂ (літня)	90	-15	1,3	СМД-7, -14; Д-108; ЯМЗ-236, -238А
М-10Г ₂ (зимова)	90	-25	1,65	8ДВТ-330; ЯМЗ-238НБ, -240Н, -240Б; СМД-17К, -18К, -19, -60, -62, -64, -72; А-41; Д-160,

Закінчення табл. 6.12

Марка оли	Індекс в'язкості	Температура застосування, °С	Зольність, %	Рекомендації щодо застосування у двигунах автомобілів і БДМ
				-371, -65, -240, -21А, -144А; двигуни автомобілів «Вольво», AUDI
М-8Г _{2к} (зимова)	90	-15	1,65	Двигуни автомобілів КамАЗ, ЯМЗ-740, -741; автобусів «Ікарус», автомобілів AUDI (випуск з 1984 р.), БелАЗ-548; тракторів Т-330, -701, -150
М-10Г _{2к} (літня)	90	-15	1,15	
М-8ДМ (зимова)	102	-30	1,5	Двигуни кар'єрних самоскидів БелАЗ-539, «Формост», «Фіат-Алліс», «Клівленд»; тракторів «Катерпіллер»; бульдозерів на базі тракторів Д-535А
М-10ДМ, М-10ДК (літні)	92	-15	1,35	

Таблиця 6.13

**Рекомендована періодичність заміни моторної оли
в тракторних дизелях і БДМ**

Марки дизелів	Масова частка сірки в дизельному паливі, %, не вище	Марка оли			Періодичність заміни оли, год
		літньої	зимової	загущеної	
Середньофорсовані: СМД-14БН, А-41 А-01М, Д-65, Д-37М В-30Б, Д-108, Д-180	0,5	М-10В ₂	М-8В ₂	М-4з/8В ₂	480
	1,0	М-10Г ₂	—	—	480
	1,0	М-10В ₂	—	—	240
Високофорсовані: Д-245, Д-240, Д-144, А-41Т А-01Т, ЯМЗ-238НБ ЯМЗ-240Б	0,5	М-10Г ₂	М-8Г ₂	М-4з/8Г ₂	480
	1,0	М-10ДМ	—	—	480
	1,0	М-10Г ₂	—	—	240

Закінчення табл. 6.13

Марки дизелів	Масова частка сірки в дизельному паливі, %, не вище	Марка оливи			Періодичність заміни оливи, год
		літньої	зимової	загущеної	
Високофорсовані, що працюють у тяжких умовах:					
Д-240Т	0,5	М-10ДМ	М-8ДМ	М-4з/8Д	480
СМД-62, -72	1,0	М-10ДМ	—	—	480
СМД-80, Д-160, 8ДВТ-330	0,5	М-10Г ₂	М-8Г ₂	М-4з/8Г ₂	240

! Термін служби двигунів внутрішнього згоряння при використанні неякісної оливи (в'язкість якої на 70 % менша, ніж нормальної) знижується майже вдвоє.

● **Взаємозамінність олив.** Якщо відсутні оливи потрібних марок, то, замінюючи їх, слід дотримуватися рекомендацій машинобудівних заводів, але ніколи не замінювати оливами нижчої якості. Наприклад, не можна замінювати оливу М-8В₁ оливою М-8Б₁, чи оливу М-8Г_{2к} оливою М-8Г₂.

Загальне правило в разі заміни олив: їх замінюють рідков'язкими, з вищою якістю. Наприклад, у разі відсутності оливи М-8В₂ її замінюють оливою М-8Г₂. При цьому термін роботи останньої в 1,5...3,0 рази (залежно від умов експлуатації) збільшується.

Не слід змішувати оливи різних груп, наприклад, М-8В₁ і М-8Г₁, або М-5з/10Г₁ і М-6з/10Г₁, оскільки це часто погіршує якість суміші олив через несумісність присадок.

Не можна замінювати влітку літні марки олив зимовими і, навпаки, або оливу вищої в'язкості оливою меншої в'язкості й навпаки. В першому випадку погіршуються мастильні властивості оливи, підвищуються температурний стан і зношення деталей двигуна, а також можуть створитися умови для витікання оливи з вузла тертя.

Заміна зимових олив літніми взимку спричиняє підвищення витрат потужності двигуна на внутрішнє тертя, погіршення циркуляції оливи та збільшення пускового зношування й навіть (за поганих низькотемпературних властивостей оливи) поломку оливного насоса.

Не слід використовувати дизельні оливи в бензинових двигунах. Наприклад, не можна заливати камазівські оливи М-8Г_{2к} і М-10Г_{2к} в автомобілі сім'ї ВАЗ «Жигулі». У разі змін, як правило, двигун продовжує працювати при вимкненому запалюванні, що свідчить про виникнення розжарювального запалювання. Останнє спричиняє зношення деталей двигуна, перевитрати палива й оливи, посилює токсичність відпрацьованих газів.

§ 6.9 Класифікація та маркування зарубіжних моторних олив

Для зіставлення й добору різних мастильних матеріалів зарубіжного й вітчизняного виробництва треба знати класифікацію зарубіжних олив, їхній склад і властивості, а також можливості взаємозаміни.

Зарубіжні оливи мають різні маркування, аж до назви фірми, яка, проте, не дає відомості про якість оливи. Необхідно знати відповідність олив міжнародним стандартам, основний показник яких — в'язкість.

Класифікація й маркування олив за в'язкістю здійснюється відповідно до міжнародних стандартів SAE (Спілки інженерів-автомобілістів). Далі записується цифра, яка означає середній рівень в'язкості в секундах Сейболта, поділена на 2. Якщо далі є літера W, то це зимова олива, а якщо її немає, то літня (наприклад, SAE 15W, SAE 30). Перша олива зимова, друга — літня. *Оливи, які використовують всесезонно* (протягом року) позначають дробом або через дефіс (наприклад, SAE 15W/40 або SAE 15W/40). Перша цифра вказує в'язкість оливи до загушення, а друга — після загушення. Температурний діапазон використання олив показано на рис. 6.5.

Класифікацію зарубіжних і відповідних їм вітчизняних моторних олив за в'язкістю наведено в табл. 6.14.

Взаємозамінність олив за якістю здійснюється за міжнародним стандартом API (Асоціація інженерів американського інституту нафти) або за стандартом CCMC (Комітет будівельників автомобілів держав спільного ринку). Частіше даються обидва маркування. Але CCMC уже не існує. Замість нього є Асоціація конструкторів євро-

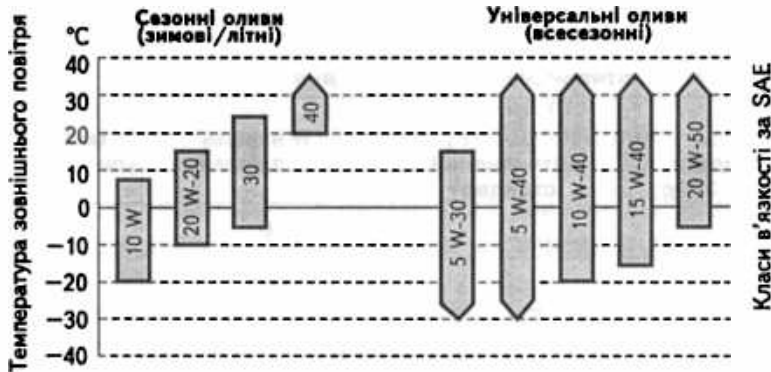


Рис. 6.5

Температурний діапазон використання зарубіжних олів

пейських автомобілів (ACEA). Розглянемо спочатку класифікацію олів за API.

Усі оливи за API поділяються на дві категорії: для бензинових і дизельних двигунів.

Для бензинових двигунів оливи за API поділяють на 9 груп і позначають літерою S (сервіс), для дизельних — на 10 груп і позначають літерою C (комерційна категорія машин).

Оливи категорії C призначені для двигунів машин, що здійснюють міжнародні перевезення, а також для тягачів, будівельно-дорожніх та інших машин, тобто переважно для дизельних двигунів.

У кожній категорії залежно від режиму роботи двигунів оливи поділяються на класи, котрі також позначаються літерами латинського алфавіту.

Класи олів для бензинових двигунів позначаються літерами A, B, C, D, E, F, G, H, I, а для дизелів — A, B, C, D, E, F, G.

Наведений порядок букв характеризує якість оливи за зростанням. Таким чином, якість олів індексується двома літерами, які вказують категорію і клас олів. Наприклад, SA, SE, CA, CD.

На відміну від вітчизняних олів, котрі виробляють окремо для бензинових і дизельних двигунів, зарубіжні фірми виготовляють універсальні оливи, що позначаються через дріб, наприклад: SE/CD або CD/SE. Відмінність між ними полягає в тому, що перші є найкращими для бензинових двигунів, а другі — для дизелів. Оливу вибирають за індексом, записаним першим.

Таблиця 6.14

**Взаємозамінність зарубіжних
і вітчизняних моторних олів за в'язкістю**

Стандарт SAE-1300с	Вітчизняний стандарт	В'язкість оливи, мм ² /с, за температури, °С	
		100	-18
5W	3 _з	3,8	1250
10W	4 _з	4,1	2600
15W	5 _з	5,6	6000
20W	6 _з	5,6	10 400
20	6	5,6...7,0	—
20	8	7,0...9,5	—
30	10	9,5...11,5	—
30	12	11,5...13,0	—
40	14	13,0...15,0	—
40	16	15,0...18,0	—
50	20 і 22	18,0...23; 0...26,0	—
10W/30	4 _з /10	9,5...11,5	2600
15W/30	5 _з /10	9,5...11,5	6000
15W/30	5 _з /12	11,5...13,0	6000
15W/40	5 _з /14	13,0...15,0	6000
20W/30	6 _з /10	9,5...11,5	10 400
20W/40	6 _з /12	13,0...15,0	10 400
20W/40	6 _з /14	15,0...18,0	10 400

За класифікацією API оливи марок SA, SB, SC, SD, SE, SF для легкових автомобілів із бензиновими двигунами (випуску до 1989 р.) і марок CA, CB, EC, CD, CD-II, CE для дизельних двигунів автомобілів (випуск до 1983 р.) з виробництва зняті.

Нині для бензинових двигунів використовують лише дві марки олив:

- SH — для високофорсованих двигунів (випуск з 1994 р.);
- SJ — для двигунів, які працюють на оливах із поліпшеними екологічними властивостями.

Для дизельних двигунів виробляється чотири марки олив:

- CF — для двигунів з турбонаддувом;
- CF-2 — для двотактних двигунів (переважно американського виробництва);
- CF-4 — для чотиритактних двигунів з будь-яким ступенем турбонаддуву (випуск з 1990 р.);
- CG-4 — оливи з поліпшеними характеристиками (випуск з 1994 р.).

Співвідношення вітчизняних і зарубіжних олив для бензинових двигунів за API наведено у табл. 6.15.

Таблиця 6.15

**Рекомендовані вітчизняні оливи
для бензинових двигунів та їх зарубіжні замінники**

Машини	Характеристика вітчизняних двигунів	Позначення олив за		Характеристика зарубіжних двигунів
		ГОСТ	стан- дартом API	
Автомобілі «Москвич-412», ГАЗ-21М, ГАЗ-24, ЗАЗ-965, ЗАЗ-966	Середньофорсовані	B ₁	SD	Працюють у тяжких умовах (випуск до 1968 р.)
Автомобілі ВАЗ, ГАЗ-24-10, АЗЛК-2141, ЗАЗ-968, ЗАЗ-1102	Високофорсовані, що працюють у тяжких умовах	Г ₁	SE	Працюють у тяжких умовах (випуск до 1972 р.)

Закінчення табл. 6.15

Машини	Характеристика вітчизняних двигунів	Позначення олів за		Характеристика зарубіжних двигунів
		ГОСТ	стан-дартом API	
Трактор ДТ-54	Малофорсовані	Б ₂	CA	Працюють за помірних навантажень
Трактор ДТ-75	Середньофорсовані	В ₂	CB	Без наддуву, що працюють за підвищених навантажень і на сірчистому паливі
Трактор: Т-125; автомобілі КрАЗ, МАЗ, КамАЗ	Високофорсовані без наддуву	Г ₂	CC	З помірним наддувом, що працюють у тяжких умовах
Важкі трактори: ЧТЗ, «КОМАСУ», «Катерпіллер»	Високофорсовані з наддувом	Д	CD	Двигуни з високим наддувом, що працюють у тяжких умовах

Примітка. Оливи марок SF і SG для сучасних вітчизняних двигунів не використовуються. Їх можна замінити на SH, але вони дорого коштують.

Відповідно до стандартів CCMC або ACEA оливи для бензинових двигунів позначаються літерою G, а для дизельних — літерою D. Далі йдуть цифри (1, 2, 3, 4, 5), що позначають якість олів і для бензинових, і для дизельних двигунів.

Для легкових автомобілів із дизельним двигуном у позначеннях олів перед літерою D є літера P, наприклад CCMC PD1, CCMC PD2.

Класифікація CCMC (ACEA) включає в себе всі випробування олів за стандартом API й додатково інші вимоги. Наприклад, G4 у позначенні олів для бензинових двигунів засвідчує, що ці оливи кращі за оливи з індексом SF за стандартом API щодо опору старінню, а також за стійкістю проти зношування.

Орієнтовна відповідність класів моторних олів за групами експлуатаційних властивостей згідно з ГОСТ 17479.1—85 і класифікацією API:

ГОСТ 17479.1—85	API	ГОСТ 17479.1—85	API
A	SB	Г	SE/CC
Б	SC/CA	Г ₁	SE
Б ₁	SC	Г ₂	CC
Б ₂	CA	Д ₁	SF
В	SD/CB	Д ₂	CD
В ₁	SD	Е ₁	SG
В ₂	CB	Е ₂	CF-4

Класифікація CCMC. У цій класифікації моторні оливи поділяються на класи (в API — на групи): 5 — для бензинових (категорія G) і 7 — для дизельних (категорія D).

За класифікацією CCMC оливи марок (G1, G2, G3) для легкових автомобілів з бензиновими двигунами і оливи марок D1, D2, D3 для дизельних двигунів з виробництва зняті.

Нині для *бензинових двигунів* використовують дві марки олів:

- G4 — для двигунів спортивних автомобілів, що працюють на швидкісних автомагістралях;
- G5 — для двигунів спортивних автомобілів, що працюють на оливах із вищими показниками якості щодо протиокисних, в'язкісних і протизношувальних властивостей.

Для *дизельних двигунів* виробляється чотири марки олів:

- PD-3 — для дизелів легкових автомобілів;
- D4 — для двигунів з високим наддувом, що працюють у тяжких умовах;
- D5 — для двигунів з високим наддувом, що працюють в особливо тяжких умовах;
- PD-2 — двигуни з наддувом для легкових автомобілів, що працюють на оливах з вищими показниками якості щодо диспергуючих властивостей.

Класифікація ACEA. До складу асоціації ACEA входять фірми «BMW», «DAF», «Fiat», «Ford of Europe», «General Motors Europe», «MAN», «Mercedes-Benz», «PSA» («Peugeot/Citroen»), «Porsche», «Renault» («Rolls-Royce»), «Rover», «Saab-Scania», «Volkswagen» і «Volvo».

Згідно з класифікацією ACEA моторні оливи поділяють на класи: для бензинових двигунів (A), для дизельних двигунів легкових і малотоннажних вантажних автомобілів (B), для дизельних двигунів із високим ступенем навантаження (E). Літерою «E» позначають клас (в алфавітному порядку мають бути літери «C» і «D»), щоб уникнути плутанини чинної класифікації API з відміненою класифікацією CCMC, що починається з літер «C» чи «D», наприклад у класифікації API — CF-4, CG-4, або в класифікації CCMC — D4, D5 (цифра вказує категорію, що визначає належність моторної оливи даного класу до певної експлуатаційної групи). У перспективі можуть додаватися й інші класи, які не належать до існуючих, наприклад класи для двигунів, що працюють на газовому паливі.

Класифікація моторних олів за експлуатаційними властивостями згідно з ACEA:

Клас оливи	Рекомендована сфера застосування
A1	Оливи для бензинових двигунів, спеціально спроектованих для використання низьков'язкісних олів. Оливи даного класу мають прекрасні екологічні й енергозберігаючі властивості. Але ці оливи можуть бути непридатними для застосування в деяких двигунах.
A2	Оливи загального призначення, пристосовані для використання в бензинових двигунах легкових і малотоннажних автомобілів зі звичайними термінами заміни оливи.
A3	Стабільні, високоякісні синтетичні або напівсинтетичні оливи, призначені для використання в бензинових двигунах з високими експлуатаційними властивостями; для двигунів з подовженим терміном заміни оливи; для цілорічного використання низьков'язкісних олів і для роботи двигунів машин, що працюють у тяжких умовах.
B1	Оливи, призначені для використання в дизельних двигунах легкових і вантажних автомобілів, спеціально спроектованих для застосування низьков'язкісних олів, надають можливість економити паливо.

- B2** Оливи загального використання, застосовуються в більшості дизельних двигунів легкових і вантажних автомобілів (переважно непрямої інжекції) зі звичайними термінами заміни оливи, хоча можуть бути непридатними для деяких високопотужних двигунів.
- B3** Стабільні, високоякісні синтетичні або напівсинтетичні оливи, призначені для використання у високопотужних дизельних двигунах легкових і вантажних автомобілів з високими експлуатаційними властивостями; для двигунів із подовженим терміном заміни оливи; для цілорічного використання низьков'язкісних олив і для двигунів машин, що працюють у тяжких умовах.
- B4** Оливи зі спеціальними властивостями, призначені для використання в легкових і вантажних автомобілях з дизельними двигунами, що мають пряму інжекцію.
- E1** Оливи, призначені для використання у двигунах з турбонаддуванням, що працюють у легких та середніх умовах експлуатації і з нормальними термінами заміни моторних олив.
- E2** Оливи загального призначення для використання у важконавантажених двигунах з турбонаддувом, що працюють здебільшого в середніх і тяжких умовах експлуатації зі звичайними термінами заміни моторних олив.
- E3** Оливи, що забезпечують чистоту поршнів, полірування циліндрів, стабільність мащення та запобігають утворенню відкладів. Рекомендуються для дизельних двигунів, які працюють у тяжких умовах. Ці оливи придатні також для дизельних двигунів із подовженими інтервалами заміни олив.
- E4** Стабільні якісні оливи, що забезпечують чистоту поршнів, полірування циліндрів, стабільність мащення порівняно з класом E3 і запобігають утворенню відкладів. Рекомендується для дизельних двигунів, які працюють у дуже тяжких умовах. Ці оливи придатні також для дизельних двигунів із дуже подовженими інтервалами заміни олив.

Останнім у позначенні олив за класифікацією ACEA (через дефіс) вказують поточний рік нових вимог, так званий код. Якщо в подальшому якість оливи видозмінюється, то змінюють і код, або за колишнім кодом вказують (в дужках) номер чергової зміни якості оливи. Нині моторні оливи за ACEA позначають так: A-98, A2-96(2), A3-98, B1-98, B2-98, B3-98, B4-98, E1-96(2), E2-96(2), E3-96(2), E4-99 (цифра 2 у дужках показує, що це вже друга зміна якості оливи).

Крім того, існує нова класифікація ILSAC. Поки що вона містить два класи олів, які позначаються GF-1 і GF-2. За рівнем експлуатаційних властивостей вони майже ідентичні олівам класів SH і SJ за API, але мають помітно вищі енергозберігальні властивості.

Таким чином, якщо олива за експлуатаційними властивостями відповідає міжнародним нормам, то її маркування наводиться за класифікацією API або CCMC (ACEA) чи за обома класифікаціями.

Крім цих специфікацій, у маркуванні або характеристиці олів можуть указуватися *вимоги військових відомств*. Такі оливи мають позначення MIL-L (наприклад, MIL-L2104E).

На початку маркування олів указується назва фірми-виробника. Проте важко визначити, яка з них краща. Тому достатньо знати лише специфікацію оливи. Пояснимо це на прикладі оливи Shell Helix SAE15W-40, API SF/CC, CCMC (ACEA) G-2/D-1. Спочатку тут записано назву фірми, потім — в'язкість 15W-40 за стандартом, звідки випливає, що це всесезонна олива. Температурний діапазон її — від -20 до 35 °C. Позначення SF/CC свідчить про те, що олива універсальна, але краще її використовувати для бензинових двигунів, оскільки SF стоїть першим. Літера F показує, що олива призначена для високофорсованих зарубіжних автомобілів, які виготовлялися до 1980 р., і сучасних автомобілів ВАЗ та інших моделей, котрі працюють на оліві M-5з/12Г₁. Позначення CC вказує, що олива може використовуватися також для дизельних двигунів без турбонаддуву. Позначення G-2 та D-1 за CCMC (ACEA) підтверджують, що ця олива придатна для високофорсованих бензинових і дизельних двигунів без турбонаддуву.



**Контрольні запитання
та завдання**

1. Що таке дистилатні та залишкові оливи?
2. Назвіть основні вимоги щодо якості олів.
3. Що таке мастильні властивості олів?
4. Що таке в'язкісно-температурна характеристика олів?
5. Яка різниця між згущеними олівами та звичайними?
6. Що таке мийні та диспергуючі властивості олів?
7. Що таке захисні та корозійні властивості олів?

8. Які основні присадки додаються до олив і як вони позначаються?
9. Як класифікують та маркують вітчизняні моторні оливи?
10. Назвіть марки вітчизняних моторних олив.
11. Як класифікують та маркують зарубіжні моторні оливи?
12. Як саме взаємозамінюють вітчизняні та зарубіжні оливи?
13. Що таке сумісність присадок? Чи можна додавати присадки до олив у процесі експлуатації машин?
14. Які оливи — мінеральні чи синтетичні — мають більший термін служби та чому? Чи можна взаємозамінювати їх і змішувати?
15. Розшифруйте позначення олив М-10Г_{2К}, М-6з/10Г₂, SAE 15W/40, ACEA G-2/D-1. Чи можна змішувати і взаємозамінювати їх?

Глава 7

ХІММОТОЛОГІЯ ТРАНСМІСІЙНИХ ОЛИВ

§ 7.1

Призначення, умови роботи й основні властивості

Трансмiсійні оливи застосовують для змащення агрегатів і вузлів силової передачі (трансмiсії) — коробок передач, ведучих мостів, бортових передач, роздавальних коробок, механiзмів рульового керування автомобiлів, тракторів, а також редукторів інших машин і обладнання, що становлять зубчасті передачі: циліндричні, конічні, спіральні-конічні, черв'ячні й гіпоїдні.

Більшість зубчастих передач змащують способом занурення і розбризкування оливи, що міститься в картері, а інколи під тиском разом із розбризкуванням.

Умови роботи трансмісійних оливи істотно відрізняються від тих, в яких застосовуються моторні оливи. Насамперед третьові поверхні деталей у зубчастих передачах зазнають дії вищих, ніж у двигунах, питомих навантажень.

Так, контактне напруження в зоні зачеплення зубів навіть у помірно навантажених циліндричних і конічних передачах досягає 200...600 МПа, а в гіпоїдних — 3000...4000 МПа.

Друга дуже важлива особливість — великий діапазон робочих температур в агрегатах трансмісії (від -50 до 150 °С і вище), в якій олива має зберігати роботоздатність.

Зубчасті передачі працюють у режимах рідинного, гідродинамічного, еластогідродинамічного або граничного тертя, а найчастіше — водночас у всіх цих режимах із переважанням граничного.

Вплив температури оливи на зношування зубчастих передач дуже значний. Так, у разі зменшення температури оливи з 20 до -20 °С інтенсивність зношування (наприклад, шестерень) сповільнюється, і

за температури 70...80 °С (при температурі повітря 30...40 °С) стабілізується.

Оцінюючи *температурний режим* роботи оливи в зубчастих передачах, розрізняють мінімальну, максимальну й середньоексплуатаційну температури.

Мінімальна температура оливи характерна для моменту початку роботи передачі після тривалої перерви й дорівнює найнижчій температурі повітря, за якої машина може зрушити з місця.

Максимальна температура оливи встановлюється за екстремальних для даної передачі умов роботи.

За середньоексплуатаційну беруть найімовірнішу під час експлуатації машини температуру оливи.

Швидкість прогрівання оливи в трансмісії (головній передачі, роздавальній коробці, в механізмі рульового керування) значно (в 2...4 рази) менша, ніж у двигуні. При цьому зазначені вузли тривалий час працюють за дуже високої її в'язкості. Це спричиняє великі втрати енергії в трансмісії, а отже, істотне зниження паливної економічності машини (на 8...12 %, а інколи і більше).

Частка трансмісійних олиव у загальному споживанні мастильних матеріалів невелика (0,3...0,5 %), але значення їх для забезпечення оптимальних умов експлуатації машин надзвичайно важливе.

Основне призначення трансмісійних олив:

- зниження зношування тертьових деталей трансмісії;
- зменшення витрат енергії, що передається від двигуна до ходової частини й робочих органів, на подолання тертя;
- відведення теплоти від деталей і захист їх від корозії (видалення із зони тертя продуктів зношення та інших забруднень);
- зниження шуму й вібрації шестерень і захист їх від ударних навантажень;
- ущільнення зазорів у сальниках і різних з'єднаннях.

Умови роботи трансмісійних олив у зубчастих зачепленнях (швидкість відносного ковзання, контактне напруження, частота обертання, температурний режим тощо) суттєво різняться й здебільшого визначають можливість використання олив у передачах певного типу.

За напруженістю роботи зубчастих передач трансмісійні оливи можна поділити на *універсальні, загального призначення, гіпоідні* та ін.

Залежно від кліматичних умов виробляються різні сорти трансмісійних олів — *літні, зимові, всесезонні, північні й арктичні*, що різняться в'язкісно-температурними властивостями.

До трансмісійних олів ставляться такі загальні експлуатаційні вимоги:

- добрі в'язкісно-температурні властивості, а також порівняно мала в'язкість в області від'ємних температур;
- висока мастильна здатність (утворення міцних плівок, що забезпечує надійне й якомога повніше розподілення оливи по верхні зуб'їв іззовні контакту);
- достатні протиспрацьовувальні й протизадирні властивості;
- висока термічна й термоокиснювальна стабільність;
- добрі протипінні й антикорозійні властивості;
- мінімальна дія на гумотехнічні ущільнювальні матеріали, лаки, фарби й пластмаси;
- висока фізична стабільність в умовах тривалого зберігання;
- стійкість до утворення водних емульсій.

Основні властивості трансмісійних олів наведено в табл. 7.1.

Таблиця 7.1

Основні показники якості трансмісійних олів

Показник	Пояснення	Вплив на роботу та зношування трансмісії
В'язкість: кінематична, мм ² /с	Оцінюється за температури 100 °С, а оливи ТАД-17И при 100 і 50 °С і становить при 100 °С 10...17,5 мм ² /с	При збільшенні кінематичної в'язкості ККД трансмісії знижується, при зменшенні — підвищується, але несуча здатність оливної плівки і зношування деталей трансмісії збільшується
динамічна, Па · с	Оцінюється за температури -15; -20 і -35 °С та залежність від кількості ведучих мостів машини. Для машин з одним ведучим мостом $\eta = 600$ Па · с, з двома — 500, для тривісних (з двома ведучими мостами) — 450, з чотирма — 350 Па · с	Мінімальна динамічна в'язкість за низьких температур повітря має бути такою, щоб машина могла почати рух без попереднього розігріву

Закінчення табл. 7.1

Показник	Пояснення	Вплив на роботу та зношування трансмісії
Індекс в'язкості	Характеризує (як і моторні оливи) ступінь зміни в'язкості оливи зі зміною температури, тобто нахил в'язкісно-температурної кривої	Чим вищий індекс в'язкості, тим вищий ККД трансмісії і тим менше зношуються деталі
Температура застигання, °C, не більше	Характеризує граничну температуру експлуатаційних властивостей трансмісійних олив і становить -18...-25 °C	Дає змогу вибору олив залежно від кліматичної зони, але експлуатаційні властивості характеризує динамічна в'язкість
Масова частка механічних домішок	0,1...0,3, а в ТАД-17И не допустимо	Чим більше механічних домішок і води, тим швидше зношуються деталі трансмісії
Кислотне число, КОН на 1 г оливи	Характеризує (як і в моторних оливах) нейтралізацію водорозчинних кислот в оливи	Чим воно більше, тим краще, але поки що нормується лише для ТАД-17И
Масова кількість активних елементів (сірки, фосфору, цинку, хлору)	Характеризує змашувальні властивості олив	Вони додаються до олив, які працюють у важконавантажених вузлах за температур вище 150 °C
Індекс задирання, не менше	90 (ТАД-17И-100) характеризує мастильні властивості олив	Чим більший показник, тим краща олива
Навантаження зварювання, Н, не менше	Те саме 1842...3929	Чим більший показник, тим краща олива
Показник зношування за осьового навантаження 392 Н і температури 20 ± 5 °C, мм, не більше	0,4...0,55	Те саме
Схильність до піноутворення, см ³ , не більше	Визначається обов'язково за температур 24 і 94 °C, а для ТАп-15К і ТАД-17И нормується при 24 °C — 300 і при 94 °C — 50	Збільшення показника характеризує негативні якості оливи

§ 7.2 Класифікація, асортимент і застосування

Принципи маркування трансмісійних олів не уніфіковано. Є оливи, які називають за їхнім цільовим призначенням (наприклад, для коробки передач і механізму рульового керування), далі вказується ГОСТ. Деякі оливи позначають першими літерами слів, котрі вказують на призначення: **ТС** — трансмісійна олива загального призначення; **ТА** — трансмісійна олива автомобільна; **гип** — олива для гіпоїдних передач вантажних автомобілів; **з** — олива з загущуючою присадкою; **И** — олива містить комплекс присадок (в'язкісні, протизношувальні, протипінні); **п** — олива з присадкою; **рк** — олива робочо-консерваційна; **В** — олива з поліпшеними властивостями; **Д** — в оливі, крім залишкових компонентів, є і дистилатні; **К** — кислотний спосіб очистки.

Цифри в марці — це, як правило, значення кінематичної в'язкості оливи в (мм²/с) за температури 100 °С.

Усі трансмісійні оливи умовно поділяють на дві групи:

- загального призначення — для мащення помірно навантажених зубчастих передач (циліндричних і конічних);
- для мащення із підвищеними питомими навантаженнями (спірально-конічних і черв'ячних).

За ГОСТ 23652—79 залежно від в'язкості, призначення та складу встановлено вісім марок трансмісійних олів: ТСп-14,5; ТЭп-15; ТСп-10; ТСп-14; ТАп-15В; ТСп-15К; ТСп-14гип; ТАД-17И (табл. 7.2—7.3).

Таблиця 7.2

Характеристика трансмісійних олів

Марка за ГОСТ 23652—79	Характеристика	Температурні зони застосування	Призначення
ТСп-14,5	Виготовляється із суміші дистилатної та залишкової олів фенольної очистки сірчистих нафт і містить протизношувальну депресорну й протипінну присадки	Всесезонно до -30 °С	Для мащення циліндричних, конічних і черв'ячних передач

Продовження табл. 7.2

Марка за ГОСТ 23652—79	Характеристика	Температурні зони застосування	Призначення
ТЭп-15	Виготовляється на основі екстрактів залишкової та дистилятної олив з протизношувальною й депресорною присадками	Всесезонно до -23°C	Для мащення циліндричних, конічних і спірально-конічних передач
ТСП-10	Виготовляється змішуванням деасфальтизованих нафт із малов'язкими низькозастигаючими дистилятними компонентами й містить протизадирну, депресорну та протипінну присадки	Взимку до -45°C для середньої смуги й всесезонно для північних районів	Для мащення важко навантажених циліндричних, конічних і спірально-конічних передач
ТСП-14	Виготовляється із суміші дистиляторної та залишкової олив із сірчистих нафт із протизадирною та депресорною присадками	Всесезонно до -30°C	Те саме
ТАП-15В	Виготовляється із суміші екстрактів залишкових олив фенольної очистки та дистилятних олив або фільтрату знеоливлення парафіну й містить протизадирну та депресорну присадки	Всесезонно до -25°C	»
ТСП-15К	Виготовляється із суміші дистилятної та залишкової олив сірчистих нафт і містить протизадирну, протизношувальну, депресорну й протипінну присадки	Всесезонно до -30°C	Для мащення важко навантажених циліндричних, конічних і спірально-конічних передач великовантажних автомобілів КамАЗ

Закінчення табл. 7.2

Марка за ГОСТ 23652—79	Характеристика	Температурні зони застосування	Призначення
ТСп-14гип	Виготовляється із суміші залишкового та дистилятного компонентів сірчистих нафт і містить протизадирну, протіокиснювальну, депресорну й протипінну присадки	Те саме	Для мащення гіпоїдних передач вантажних автомобілів
ТАД-17И	Універсальна олива, що виготовляється на мінеральній основі з поліфункціональною сіркофосфоровмісною депресорною й протипінною присадками. Крім того, має домішки сірки та фосфору	» »	Для мащення циліндричних, конічних, черв'ячних, спірально-конічних і гіпоїдних передач автомобілів ВАЗ та іншої техніки

Крім того, виробляються оливи АК-15 (за ТУ 38.001 280—76), ТСп-10ЕФО (за ТУ 38.101 701—77); ТСзп-8 (за ТУ 38.101. 1280—89) ТСз-9гип (за ТУ 38.101 1238—89); ТСгип (за ТУ 38.012 60—82).

Трансмісійні оливи без присадок в останні роки не виробляють. Майже не виробляють оливи АК-15 і ТС-14,5, скоротилися обсяги виробництва відомих олив ТАп-15В і ТЭп-15, які використовуються для мащення старих марок автомобілів, тракторів і будівельної техніки.

Для поліпшення експлуатаційних властивостей в трансмісійні оливи можна додавати арктичні або зимові дизельні оливи.

За ГОСТ 17479.2—85 трансмісійні оливи поділяються за в'язкістю на 4 класи (9, 12, 18, 34 мм²/с), а за якістю — на 5 груп (1, 2, 3, 4, 5) (табл. 7.4—7.5).

Таблиця 7.3

**Температури трансмісійних олив,
за яких можливе легке рушення машини з місця**

Олива	Температура трансмісійних олив, °С, не нижче				
	товар- ної	При додаванні арктичного або зимового дизельного палива, %			
		5	10	15	20
Трансмісійна автомобільна ТАп-15В	-25	-30	-35	-40	-45
Трансмісійна ТЭп-15	-30	-40	-45	-50	-55
Трансмісійна північна ТСп-10	-45	-50	-55	—	—
Для гіпoidних передач автомобілів ТСп-14гип; ТСп-14; ТСп-14,5; ТСп-15К	-30	-40	-45	-50	-55
Трансмісійна ТАД-17И	-30	-40	-45	-50	-55
Трансмісійна арктична ТСз-9гип	-55	—	—	—	—
Універсальна всесезонна робочо-консерваційна ТМ-5-12рк	-55	—	—	—	—

Таблиця 7.4

**Характеристика олив
за кінематичною в'язкістю**

Клас в'язкості оливи	Кінематична в'язкість за температури 100 °С	Максимальна температура, °С, за якої динамічна в'язкість становить 150 Па · с
9	7,0...10,9	-45
12	11,0...13,9	-35
18	14,0...24,9	-18
34	15,0...41,0	—

Таблиця 7.5

Класифікація трансмісійних олів за в'язкістю, експлуатаційними властивостями й температурними умовами використання за ГОСТ 17479.2—85

Клас в'язкості, мм ² /с	Групи олів					Температурні умови застосування, °С
	ТМ-1	ТМ-2	ТМ-3	ТМ-4	ТМ-5	
9	—	ТМ-2-9	ТМ-3-9	ТМ-4-9	ТМ-5-9	−60...+25
12	—	ТМ-2-12	ТМ-3-12	ТМ-4-12	ТМ-5-12	−50...+30
18	ТМ-1-18	ТМ-2-18	ТМ-3-18	ТМ-4-18	ТМ-5-18	−35...+35
34	ТМ-1-34	ТМ-2-34	ТМ-3-34	ТМ-4-34	ТМ-5-34	−20...+45

Наприклад, позначення ТМ-4-12 розшифровується так: ТМ — трансмісійна олива; 4 — група за експлуатаційними властивостями; 12 — клас в'язкості (мм²/с).

Відповідність трансмісійних олів за ГОСТ 17479.2—85 оливам за попередніми стандартами та рекомендовані сфери їх застосування наведено у табл. 7.6.

Таблиця 7.6

Відповідність трансмісійних олів за ГОСТ 17479.2—85 оливам за попередніми стандартами та рекомендовані сфери їх застосування

Група олів за ГОСТ 17479.2—85	Назви або марки олів за попередніми стандартами	Вміст присадок	Рекомендована сфера застосування	Примітки
ТМ-1	Нігрол	Без присадок	Прямозубі, спіральні-конічні й черв'ячні передачі, що працюють за контактних напружень до 600 МПа та температури оливи в об'ємі до 90 °С	Застосовуються в автомобілях старих моделей. Це неочищені залишки від прямої перегонки нафти. Характеризуються незадовільними протизношу-

Продовження табл. 7.6

Група оливи за ГОСТ 17479.2-85	Назви або марки оливи за попередніми стандартами	Вміст присадок	Рекомендована сфера застосування	Примітки
				вальними, проти-окисними та низькотемпературними властивостями
ТМ-2	Оливи для коробок передач і механізму рульового керування (ГОСТ 38.01260—82)	З проти-зношувальними присадками помірної ефективності	Прямозубі, спіраль-но-конічні та черв'ячні передачі, що працюють за контактних напружень до 1200 МПа та температури оливи в об'ємі до 90 °С	Характеризуються незадовільними експлуатаційними властивостями, тому застосовуються лише в легкових автомобілях старих моделей
ТМ-3	ТСп-10, ТАп-15В, ТСп-15К, (ГОСТ 23.652—79)	З проти-задирними присадками помірної ефективності	Прямозубі, спіраль-но-конічні та черв'ячні передачі, що працюють за контактних напружень до 2000 МПа та температури оливи в об'ємі до 90 °С	Характеризуються більш високими показниками якості. Призначені для важко навантажених передач, у тому числі великовантажних автомобілів КамАЗ, КрАЗ, «Урал», МАЗ
ТМ-4	ТСп-14гип (ГОСТ 23.652—79), ТСп-9гип (ГОСТ 38.101158—78), ТСгип (ГОСТ 38.01260—82)	З проти-задирними присадками високої ефективності	Прямозубі й спі-рально-конічні пе-редачі, що працю-ють за контактних напружень понад 2000 МПа. Гіпоїдні передачі, які працю-ють за високої швидкості, низьких крутного моменту та швидкості, високого крутного моменту та температури оливи до 130 °С	Це найкращі оливи для вантажних авто-мобілів. Застосову-ються переважно у вантажних автомо-білях, а також у лег-кових автомобілях старих моделей

Закінчення табл. 7.6

Група олів за ГОСТ 17479.2—85	Назви або марки олів за попередніми стандартами	Вміст присадок	Рекомендована сфера застосування	Примітки
ТМ-5	ТАД-17И (ГОСТ 23652—79), ТМ-5-12рк (ТУ 38.101844—80)	Те саме	Гіпоїдні передачі, що працюють за високих швидкості, ударних навантажень, високого крутного моменту та температури оливи в об'ємі 130 °С і вище	Характеризуються високими експлуатаційним властивостями. Застосовуються у важко навантажених циліндричних, спірально-конічних і гіпоїдних передачах вантажних і легкових автомобілів

Трансмісійні оливи слід застосовувати відповідно до інструкції з експлуатації машин. Однак на практиці може виникнути потреба в змішуванні олів, що допускається (виняток — олива ТСП-9гип, яка не сумісна з іншими оливами). Суміші олів можна використовувати в коробках передач, ведучих мостах і редукторах із негіпоїдними передачами. В гіпоїдних передачах треба застосовувати лише гіпоїдні оливи. Гіпоїдні оливи для негіпоїдних передач можна використовувати без обмежень, оскільки вони мають найкращі експлуатаційні властивості. Тому олива ТАД-17И придатна для всіх агрегатів трансмісії легкових автомобілів, крім ВА3-2108, ВА3-2109, де застосовуються моторні оливи М-10Г₁И та М-8Г₁И.

Для всіх агрегатів трансмісії машин із негіпоїдними передачами найкращою є олива ТСП-15К, а для трансмісії вантажних автомобілів, що експлуатуються на Крайній Півночі, — олива ТМ-15-12рк.

Найкращі мастильні властивості мають оливи ТАД-17И та ТСП-15К, найгірші — ТСП-10.

За в'язкісно-температурними властивостями кращими є оливи ТАД-17И (для легкових автомобілів) і ТСП-15К (для вантажних автомобілів, що експлуатуються на Крайній Півночі).

Найкращі антиокиснювальні властивості мають оливи ТАД-17И, ТСП-15К, ТСП-14гип, ТМ-5-12рк, *найменшу корозійну агресивність* —

оливи ТСП-15К, ТМ-5-12рк, ТАД-17И, а найбільшу — ТСП-14гип (ТСгип).

Рекомендації щодо застосування трансмісійних оли в будівельних машинах наведено в табл. 7.9—7.11.

В Україні за ТУ У 1392946.018—98 виробляються трансмісійні оливи «Славол ОТ 3-18», «Славол ОТ 5-18», а за ТУ У13932946.018—98 — «Ольвіт ОТ-3-18» (табл. 7.7).

Таблиця 7.7

**Характеристики трансмісійних оли в
«Славол» і «Ольвіт Т-3-18»**

Показник	«Славол ОТ 3-18» (ТАП-15В)	«Славол ОТ 5-18» (ТАД-17И)	«Ольвіт ОТ-3-18»
В'язкість кінематична, мм ² /с, при 100 °С	14,0	17,5	15,0
Індекс в'язкості, не менш як	90	100	—
Температура, °С: займання у відкритому тиглі, не нижче застигання, не вище	185 —20	200 —25	185 —20
Масова частка механічних домішок, %, не більше як	—	—	0,03
Масова частка води, %, не більш як	—	—	Сліди
Водорозчинні кислоти та луки	—	—	Відсутні
Трибологічні характеристики при 20 ± 5 °С на чотирикульковій машині тертя: індекс задирки, Н, не менш як навантаження зварювання, Н, не менш як	490,0 3479	568,4 3687	500,0 3283
Густина, кг/м ³ , при 20 °С, не більш як	930	907	960

«Славол ОТ 3-18» — аналог трансмісійної оливи ТАП-15В, виготовляється на базі мінеральної оливи з додаванням функціональних присадок, за рахунок чого олива має кращі трибологічні характери-

* де ОТ — олива трансмісійна

стики; призначена для мащення гіпоїдних ведучих мостів і коробок передач різних трансмісій.

«Славол ОТ 5-18» — аналог трансмісійної оливи ТАД-17И, виготовляється на базі мінеральної оливи з доданням функціональних присадок, за рахунок чого олива має кращі трибологічні характеристики; призначена для мащення гіпоїдних ведучих мостів і коробок передач легкових автомобілів.

«Ольвіт ОТ-3-18» — трансмісійна олива, що є композицією мінеральних дистилатних олив, вироблених з малосірчастих нафт з протизадирними, протизношувальними, антиокисними та депресорними присадками; використовується для мащення агрегатів трансмісій вантажних автомобілів, тракторів, тепловозів, сільськогосподарської та будівельної техніки і промислових редукторів, що мають циліндричні, конічні, спіральні-конічні зубчасті передачі, які працюють за різкозмінних навантажень.

Для мащення редукторів промислового обладнання та трансмісій автотракторної техніки, а також захисту від корозії металевих поверхонь використовують оливи «Ольвіт ТЛ» і «Ольвіт ТВ» за ТУ У 38.301-72.33—96, які за експлуатаційними властивостями відповідають в'язкому продукту прямої перегонки нафти марки «Нігрол» за ТУ 38.101529—75 (табл. 7.8).

Таблиця 7.8

**Характеристики трансмісійних олив
для промислового обладнання**

Показник	«Ольвіт ТЛ»	«Ольвіт ТВ»
В'язкість кінематична, мм ² /с, при 100 °С, в межах	27...34	18...22
Температура, °С: займання у відкритому тиглі, не менше застигання, не вище	160 0	170 -17
Масова частка механічних домішок, %, не більше	0,05	0,05
Масова частка води	Сліди	Сліди
Водорозчинні кислоти та луги	Відсутні	Відсутні

Закінчення табл. 7.8

Показник	«Ольвіт ТЛ»	«Ольвіт ТВ»
Випробування на корозію при 100 °С протягом трьох годин на пластинках зі сталі марок 40 або 60 за ГОСТ 1050—88 і міді М2 за ГОСТ 859—78	Витримує	Витримує
Густина, кг/м ³ , при 20 °С, не більше	970	960

• **Терміни заміни олив.** Терміни роботоздатності олив у агрегатах машин залежать від їхньої якості, конструкції трансмісії, умов і режимів експлуатації машин. Оливи замінюють у разі істотного погіршення їхніх показників (в'язкості, кислотності, протизношувальних, антикорозійних властивостей) порівняно з початковими, а також при сильному їх забрудненні продуктами зношування деталей та абразивними механічними домішками з навколишнього середовища.

Присутність в оливі дорожнього (кварцового) пилу й води різко погіршує її протизношувальні й протизадирні властивості, що неможливо компенсувати найефективнішими присадками. Отже, необхідною умовою довготривалої роботи оливи є надійний захист агрегатів від проникнення пилу й вологи.

Термін роботи трансмісійних олив до заміни становить: для легкових автомобілів — від 60 до 75 тис. км пробігу, а для вантажних — від 24 до 75 тис. км (але не рідше, ніж один раз на рік).

Найбільшого навантаження агрегати трансмісії зазнають у разі експлуатації автомобіля на ґрунтових дорогах (навантаженість характеризується енергією, що втрачається на 1 км пробігу), *найменшого* — на швидкісних магістралях. Якщо питому енергію під час руху по автостраді прийняти за одиницю, то при русі по бруківці вона становитиме 1,66, у міських умовах — 1,89, а на ґрунтовій дорозі — 2,21.

§ 7.3 Класифікація й асортимент зарубіжних трансмісійних олив

У США й деяких країнах Західної Європи діють класифікації трансмісійних олив за в'язкістю (класифікація SAE) (табл. 7.9).

Таблиця 7.9
Відповідність класів в'язкості трансмісійних олив
за ГОСТ 17479.2—85 та за класифікацією
SAE 1306 b

Клас в'язкості за ГОСТ 17479.2—85	SAE 1306 b	
	Клас в'язкості	Максимальна температура, °C, за якої динамічна в'язкість становить 150 Па · с
9	75W	−40
12	80W	−26
—	85W	−12
18	90	—
34	140	—
—	250	—

Оливи SAE 75W, SAE 80W, SAE 85W і всесезонні оливи SAE 80W/90, SAE 80W/140, SAE 85W/140 рекомендуються для застосування як зимові або всесезонні в країнах із холодним кліматом.

Оливи з підвищеними протизадирними властивостями позначаються літерами EP (Extreme Pressure) або HD (Heavy Duty). Наприклад, замінником оливи ТАД-17И може бути олива SAE 80W/90 або Spirax HD 90.

За умовами експлуатації з урахуванням різниці в конструкції агрегатів трансмісії трансмісійні оливи за класифікацією API поділяють на шість груп (табл. 7.10)

Таблиця 7.10

**Відповідність груп трансмісійних олив
за ГОСТ 17479.2—85 та за класифікацією API**

Група олив за ГОСТ 17479.2—85	Класифікація API	
	Група олив	Наявність присадок і призначення
TM-1	GL-1	Оливи без присадок або з протипінними й протиокисними присадками. Для мащення циліндричних, черв'ячних і спірально-конічних зубчастих передач, що працюють в умовах низьких швидкостей і напружень
TM-2	GL-2	Оливи з протизношувальними і протизадирними присадками. Для мащення черв'ячних передач, що працюють в умовах низьких швидкостей і контактних напружень
TM-3	GL-3	Оливи з протизадирними й протизношувальними присадками (за цими властивостями займають проміжне положення між олівами груп GL-2 і GL-4). Для мащення трансмісій зі спірально-конічними передачами, що працюють у помірно жорстких умовах за швидкостями й напруженнями
TM-4	GL-4	Оливи з протизадирними присадками. Для мащення гіпоїдних передач, що працюють в умовах великих швидкостей з малими крутними моментами або за малих швидкостей з великими крутними моментами
TM-5	GL-5	Оливи зі значною кількістю протизадирних присадок. Для мащення гіпоїдних передач, що працюють в умовах великих швидкостей і малих крутних моментів, а також за наявності ударних навантажень на зуб'я шестерень із великими швидкостями ковзання
—	GL-6	Оливи з більшою, ніж у попередньої групи, кількістю протизадирних присадок. Для мащення гіпоїдних передач із більшим, ніж у звичайних гіпоїдних передачах, вертикальним зміщенням осей шестерень, що створює умови для досягнення високих крутних моментів із підвищеними швидкостями та ударними навантаженнями

Відповідність вітчизняних і зарубіжних

Марка оливи	НТД	Група за класифікаціями	
		ГОСТ 17479.2—85	API
Загального призначення для циліндричних,			
ТСп-10	ГОСТ 23652—79	TM-3	GL-3
ТАп-15В	«	TM-3	GL-3
ТСп-15К	«	TM-3	GL-3
ТЭп-15	«	TM-2	GL-2
Універсальні для циліндричних,			
TM-5-9A	ТУ 38401235—78	TM-5	GL-5
TM-5-12В	«	TM-5	GL-5
TM-5-12рк	ТУ 38101844—80	TM-5	GL-5
TM-5-18рк	«	TM-5	GL-5
ТАД-17И	ГОСТ 23652—79	TM-5	GL-5
Для гіпоїдних			
ТСз-9гип	ОСТ 3801158—78	TM-5	GL-4
ТСп-14гип	ГОСТ 23652—79	TM-4	GL-4
ТСгип	ОСТ 01260—82	TM-4	GL-4

Таблиця 7.11

трансмісійних олів та їхні основні показники якості

Кінематична в'язкість, мм ² /с, за температу- ри 100 °С	Індекс в'язкості	Клас в'язкості за SAE	Температура засти- гання, °С	Температура, °С, за якої можливе ру- шання машини з місця	Кліматична зона
<i>конічних і спірально-конічних передач</i>					
10	90	80	-40	-45	II—III
14...16	90	90	-20	-25	III—IV
15	90	90	-25	-20	III—IV
15	—	90	-18	-23	IV
<i>конічних, спірально-конічних і гіпоїдних передач</i>					
10	—	75...80	-55	-60	I
12	140	75...80	-45	-50	II
12	140	75...80	-45	-50	II
18	—	80...90	-40	-45	II—III
17	100	90	-25	-30	III
<i>передач</i>					
9	120	75	-50	-50	II
14	90	90	-25	-30	III—IV
25	90	140	-15	-20	IV

Таблиця 7.12

Взаємозамінність вітчизняних і зарубіжних трансмісійних олив

Країни СНД	Болгарія	Угорщина	Німеччина	Румунія	Чехія	Польща	Югославія	США, фірма «Shell»
ТСл-10	Ролана 100	Transol I	GL-85M	N80EP	OAPP80	Hipol-10	Translub GL-4	Spirax EP 80
ТСл-15К	Ролана 220	Нукол 85W/90	GL-125	T90EP	OA-PP13	Hipol M 80W/90	Translub GL-4, SAE 80W/90	Spirax EP90
ТАл-15В	Те саме	Transol II Нукотол	Те саме	Те саме	Те саме	Те саме	Те саме	Те саме
ТСз-9гип	Улита 80EP	К-80	—	T80EP2	OA-PP80	—	—	Spirax EP 75W
ТСл-14гип	Улита 90EP	Нукотол 80 W/90	GL-125	T90EP2	OA-PP90	Hipol 15	Translub GL-4, SAE 80W/90	Spirax EP 90
ТАД-17И	Те саме	Те саме	GH-125	T85W/90 EP3	OA-PP90H	Те саме	Hipoidno-B SAE 90	Spirax HD 90
ТМ5-12рк	Улита 85EP	—	—	T80—85	OA-PH12	Hipol 10F	Hipoidno-B SAE 85	Spirax HD 75W/85
Олива А	МХП-40А	Hydrofluid А	WA24	T5A	OT-HP-3	Boxol 26	Matic	Donax TMT ATF Dexron II
МГТ	Аналогів немає							

Оливи GL-5 та GL-6 є універсальними, їх можна використовувати в головних передачах, роздавальних коробках, а також коробках передач.

Наведені класифікації трансмісійних олив дають лише загальну характеристику їх без урахування всіх показників якості (табл. 7.11). Останні враховуються, наприклад, у специфікаціях військових фірм.

У США і країнах Західної Європи широко застосовують військові специфікації олив: MIL-L-2105, MIL-L-2105B, MIL-L-2105C, які поширюються на оливи груп GL-5 та GL-4 і якими користуються як основою більшість фірм Західної Європи.

Взаємозамінність вітчизняних і зарубіжних трансмісійних олив наведено в табл. 7.12.



**Контрольні запитання
та завдання**

1. Поясніть призначення та умови роботи трансмісійних олив.
2. Які вимоги ставляться до якості трансмісійних олив?
3. Які показники трансмісійних олив є нормованими?
4. Чому трансмісійні оливи більш в'язкі, ніж моторні?
5. Назвіть особливості мастильних властивостей олив.
6. Як маркуються трансмісійні оливи?
7. Як класифікувались і позначались трансмісійні оливи в країнах СЄВ?
8. Як класифікуються зарубіжні оливи за SAE і API?

Глава 8

СПЕЦІАЛЬНІ РІДИНИ

§ 8.1

Робочі рідини для машин з об'ємним гідравлічним приводом

• **Загальні відомості.** Вимоги до робочих рідин. Через високий тиск у гідросистемі (до 35 МПа) і великий перепад робочих температур ($-60...+50$ °C) до гідравлічних рідин ставляться певні вимоги, які часткового відрізняються від вимог до звичайних олив, оскільки вони мають бути передавачем енергії від двигуна до робочих органів і водночас змащувати та охолоджувати рухомі деталі гідравлічної системи.

Отже, робочі рідини мають задовольняти такі вимоги:

- мати за відповідних умов певну в'язкість;
- мати пологую в'язкісно-температурну характеристику;
- мати добрі мастильні властивості;
- мати низьку температуру замерзання і незначне стиснення;
- містити невелику кількість води і бути стійкими до утворення емульсії;
- не мати механічних домішок;
- не видаляти та не поглинати повітря;
- не просочуватися й не виділяти парів за робочих температур;
- мати стабільні властивості;
- не окиснюватися й не впливати на розбухання гумових ущільнень.

Частину цих властивостей було розглянуто вище, і вони не потребують пояснень, а частина має специфічний характер, тому пояснюється в ході викладання матеріалу.

В'язкість — найважливіша фізична властивість рідини, яка визначає можливість її використання в гідравлічних машинах.

З підвищенням температури робочої рідини понад допустиму (75 °C) зовнішні течі та внутрішні перетікання її різко збільшуються, внаслідок чого порушуються умови надійного мащення поверхонь тертьових деталей.

Зі зниженням температури навколишнього повітря в'язкість робочої рідини підвищується тим інтенсивніше, чим нижчим є індекс її в'язкості, а в разі збільшення в'язкості робочої рідини понад допустиму зростають утрати тиску в системі, машина частково чи повністю стає нероботоздатною. Тому особливо велике значення має в'язкість зимових олив, оскільки, втрачаючи рухливість, рідини не можуть підніматися трубопроводами й у всмоктувальній лінії насоса виникає кавітація. Щоб цього не сталося, в'язкісно-температурна характеристика робочої рідини має бути пологою, а температура застигання зимових олив — на 20...30 °C нижчою за температуру навколишнього повітря.

У середньому температура перегонки оливи на 8...12 °C вища від температури її застигання, оскільки втрата рухливості робочої рідини, як і інших нафтопродуктів, спричиняється виділенням з оливи твердих парафінових вуглеводнів з утворенням кристалічних каркасів. При цьому слід ураховувати, що температура робочої рідини гідравлічної системи взимку стабілізується лише через 1,5...2,5 год безперервної роботи машини.

Температура нагрівання оливи також обмежується, оскільки підвищена температура сприяє її окисненню. Так, у разі підвищення температури оливи понад норму (75 °C) на 10 °C інтенсивність її окиснення майже подвоюється. Окисненню оливи сприяють пил, бруд, частинки металу, смоли та шлаки. Частина продуктів окиснення розчиняється в оливі й погіршує її мастильну здатність, а інша частина, що міститься в суміші з оливою, слугує каталізатором окиснення оливи й сприяє її розкладанню.

При окисненні оливи змінюються її зовнішній вигляд і фізико-хімічні властивості: збільшуються в'язкість і кислотне число; з'являється твердий мазеподібний осад. Унаслідок накопичення продуктів окиснення підвищується інтенсивність зношування деталей гідроприводу.

На роботу гідравлічних систем негативно впливає також повітря, яке потрапляє в робочу рідину. Великий вміст повітря сприяє піноутворенню, внаслідок чого олива інтенсивно окиснюється. При цьому погіршуються механічні характеристики гідравлічної передачі.

Наявність в оливі навіть невеликої кількості води (близько 1 %) прискорює утворення піни. Тому необхідно прагнути до того, щоб зменшити вміст повітря в робочій рідині і виключити потрапляння до неї вологи.

Робочі рідини не повинні шкідливо впливати на елементи гідроприводу, тобто мають бути нейтральними щодо матеріалів, з якими стикаються.

Робочі рідини мають бути стійкими до утворення емульсії і швидко відокремлюватися від конденсатної вологи. Для цього в них вводять спеціальні присадки — деемульгатори, які руйнують оливні емульсії і ускладнюють змішування робочої рідини з водою. Крім того, робочі рідини мають бути стабільними, тобто зберігати свої властивості в умовах тривалої експлуатації та зберігання.

Робочі рідини мають бути водостійкими й мати протизношувальні властивості та захищати металеві деталі системи від корозії, не створювати осаду і не спричинювати облітерацію прохідних капілярних каналів.

Оливи, що використовуються як робочі рідини, *не повинні зумовлювати усадку й набухання гумових ущільнень, втрату їхньої міцності, еластичності*. Вважається нормальним, якщо олива спричинює набухання гуми на 1...6 %.

Робочі рідини мають бути слабкостисливими, пожежонебезпечними і не містити механічних домішок, води, водорозчинних кислот і лугів.

Мастильні властивості робочої рідини забезпечуються введенням присадок ПАР, якщо температура рідини не перевищує допустиму.

● **Класифікація, асортимент і технічна характеристика вітчизняних робочих рідин.** До 1985 р. гідравлічні оливи мали різне *маркування*. Наприклад, нафтові гідравлічні оливи часто називали просто оливами й позначали літерами МГ (МГ-80, МГ-30). За призначенням рідини називали індустріальними і позначали літерами ИГ (ИГ-12, ИГ-20, ИГ-30 і т. д.) (табл. 8.1).

За технологією одержання загущену оливу позначали ВМГЗ (всесезонна олива (масло) гідравлічна, загущена). За умовами застосування єдину гідравлічну оливу позначали МГЕ. Цифри після цих літер визначали кінематичну в'язкість за температури 50 °С (МГЕ-10А, ВМГЗ-10).

Основними марками робочих рідин, які застосовуються нині, є: МГ-30 (літня олива, замінник И-30) та ВМГЗ (зимова олія, замінник веретенна олива АУ) (табл. 8.1 і 8.2).

Таблиця 8.1

Технічна характеристика основних робочих рідин

Марка	Характеристика	Температурний діапазон застосування, °С	Призначення
МГ-30	Гідравлічна олива, що виробляється на основі індустріальної оливи И-30А селективним очищенням зі східних нафт, має підвищений індекс в'язкості, містить протиокисну, протипінну й депресорну присадки (знижує температуру її застигання)	-10...+80	Використовується як літня в районах із помірним кліматом і всесезонна в південних районах
И-30	Індустріальна олива, майже без присадок	-5...+60	Використовується як літня в районах із помірним кліматом (використовується як замінник МГ-30, але властивості його гірші)
ВМГЗ	Використання ЗМГ дає змогу значно розширити географічну зону надійної експлуатації машин, відмовитись від великого асортименту олів, забезпечити при низьких температурах пуск і роботу гідроприводу без попереднього розігрівання, а також цілодобову експлуатацію машин із гідроприводом у північних районах без сезонної заміни робочої	-40...+65	Використовується як зимова в районах із помірним кліматом і всесезонно в районах з холодним кліматом

Продовження табл. 8.1

Марка	Характеристика	Температурний діапазон застосування, °С	Призначення
	рідини. Термін служби цієї оливи в 1,5 раза більший за термін роботи інших гідравлічних рідин. Однак при її використанні необхідно, щоб гумові деталі системи гідравлічного привода були виготовлені з оливо- й морозостійкої гуми. Недоліки — схильність до деструкції загусника, особливо за великих навантажень і різкого редуціювання великих тисків робочої рідини, внаслідок чого в'язкість оливи значно знижується		
АМГ-10	Авіаційна гідравлічна олива. Являє собою ретельно очищену газово-солярову фракцію, загущену в'язкісною присадкою. Має високі в'язкісно-температурні властивості, хімічну стабільність, однак, при використанні її всі гумові деталі мають бути виготовлені з оливостійкої гуми	−40...+65	Те саме
ГМ-50М	Суміш вузьких фракцій вуглеводнів, з яких видалено ароматичні вуглеводні, що найнесприятливіше діють на гумові деталі. Містить антикорозійні й протиокисні присадки	−60...75	»

Закінчення табл. 8.1

Марка	Характеристика	Температурний діапазон застосування, °C	Призначення
АУ (веретенна)	Мінеральна (нафтова) олива майже без присадок, що належить до групи середніх індустріальних олив (кінематична в'язкість за температури 50 °C становить 10...23 мм²/с)	−30...+100	Використовується в гідравлічних системах машин як замітник ВМГЗ
МГЕ-10А	Олива гідравлічна єдина. Оптимальна кінематична в'язкість 16...25 мм²/с. Оливу готують загущенням мало-в'язкої низькозастигаючої оливної основи полімером за температури 35...50 °C	−65...+75	Використовується в гідравлічних системах машин як зимова робоча рідина (можна використовувати все-сезонно)

Примітка. Оливи АМГ-10, ГМ-50М та МГЕ-10 мають такі самі експлуатаційні властивості, що й ВМГЗ, але для БДМ використовуються дуже рідко.

Таблиця 8.2

Показники якості основних робочих рідин

Показник	Робоча рідина			
	літня		зимова	
	основна	замінник	основна	замінник
	МГ-30	И-30А	ВМГЗ	АУ
Кінематична в'язкість, мм²/с, за температури, °C:				
100	6,3	6,2	4,3	3,9
50, не нижче	28	28	10	12
−15, не вище	4000	—	150	650
−40, не вище	—	—	1500	20 000
Індекс в'язкості, не менше	85	85	130	—

Закінчення табл. 8.2

Показник	Робоча рідина			
	літня		зимова	
	основна	замінник	основна	замінник
	МГ-30	И-30А	ВМГЗ	АУ
Температура застигання, °С, не вище	−35	−15	−60	−45
Густина, г/см ³ , за температури +20 °С, не більше	0,885	0,916	0,865	0,850

Установлено, що кінематична в'язкість робочих рідин за температури 50 °С має становити не менше ніж 10 мм²/с, а за −40 — не більш як 1500 мм²/с; оптимальне значення — 16...25 мм²/с. Робочі рідини й замінники задовольняють ці вимоги (табл. 8.2). Однак температурний діапазон їх застосування залежить не тільки від умов навколишнього середовища, а й від типу насосів (табл. 8.3).

Таблиця 8.3

**Рекомендовані температурні діапазони
застосування робочих рідин**

Викори- стання	Робоча рідина		Температура робочої рідини, °С, для різних типів насосів			
	основна	замінник	шестерінчастих		аксіально-поршневих	
			у режимі експлуатації			
			коротко- часному	тривалому	коротко- часному	тривалому
Взимку	ВМГЗ	—	−55...+40	−42...+85	−50...+75	−40...+65
	—	АУ	−30...+45	−20...+40	−25...+75	−10...+65
Влітку	МГ-30	—	−20...+70	−10...+60	−10...+75	+5...+70
	—	И-30А	−10...+67	−5...+60	−5...+75	+5...+70

Суворе дотримання рекомендацій заводу-виготовлювача машин і гідрообладнання щодо застосування робочих рідин є основною умовою забезпечення роботоздатності й надійної експлуатації БДМ. Використання різноманітних олив як робочих рідин спричинює зниження продуктивності машин, скорочення ресурсу роботи гідрообладнання й невиправдані додаткові витрати на експлуатацію.

За класифікацією (ГОСТ 17479.3—85) гідравлічні оливи залежно від експлуатаційних властивостей поділяються на три групи: А, Б, В.

Рідини групи А не містять присадок, тому вони призначені для малонавантажених гідравлічних систем із шестерінчастими та поршневи́ми насосами, які працюють при тиску до 15 МПа і температурі до 80 °С.

Рідини групи Б випускаються з антикорозійними і протиокисними присадками й призначені для середньотемпературних систем, що працюють при тиску до 25 МПа і температурі до 80 °С.

Рідини групи В випускаються з протиокисними, антикорозійними і протизношувальними присадками й призначені для гідравлічних систем, що працюють при тиску понад 25 МПа і температурі понад 90 °С.

Оливи всіх трьох груп можуть містити в'язкісні й протипінні присадки. Ці оливи позначаються літерами МГ — олива (масло) гідравлічна, а також двома цифрами, які вказують на кінематичну в'язкість, після чого стоїть літера А, Б або В.

Клас в'язкості гідравлічних олив (5, 7, 10, 15, 22, 32, 46, 68, 100, 150 мм²/с) встановлено залежно від значень кінематичної в'язкості за температури 40 °С (аналогічно міжнародній класифікації ISO).

Наприклад, позначення МГ-15В розшифровується так: МГ — мінеральна гідравлічна олива; 15 — клас в'язкості (кінематична в'язкість оливи за 40 °С в межах 13,5...16,5 мм²/с); В — група оливи за експлуатаційними властивостями (найвища якість).

Відповідність позначень гідравлічних олив за ГОСТ 17479.3—85 прийнятим позначенням у старій системі технічної документації:

**За старою системою
технічної документації**

АУ

АМГ-10

**За ГОСТ
1747.3—85**

МГ-22А

МГ-15Б

МГ-30	МГ-46В
И-30	МГ-22А
ВМГЗ	МГ-15В
МГЕ-10А	МГ-15В
ГМ-50М	МГ-15В
МГЕ-46	МГ-46В

Примітка. Оливи за новою класифікацією замінюються оливами вищої якості, тобто оливи групи А оливами груп Б і В, а олива групи Б оливами групи В.

За міжнародною класифікацією гідравлічні оливи поділяють на чотири категорії залежно від складу й основної сфери використання:

- група НН — мінеральні оливи без присадок (відповідає групі А вітчизняних олив);
- група НL — мінеральні оливи з протиокисними й антикорозійними присадками (відповідає групі Б вітчизняних олив);
- група НМ — оливи груп НL із протизношувальними присадками (відповідає групі В вітчизняних олив із в'язкісними присадками);
- група НV — краща за групу олив НМ (аналогів в Україні немає).

§ 8.2

Робочі рідини для гідромеханічних передач

Гідромеханічна передача (ГМП) має кілька різнохарактерних вузлів — гідротрансформатори, шестерінчасту коробку передач і складну систему автоматичного управління.

Динамічні навантаження на трансмісію у машин з ГМП в 1,5...3 рази менші, ніж у машин з механічними коробками передач (завдяки відсутності жорсткого зв'язку між двигуном і трансмісією), а температура оливи в літній період може досягати до 150 °С.

Швидкість надходження оливи в гідротрансформатори становить 80...100 м/с, а якщо знімається потужність більша, ніж це потрібно для подолання робочих зусиль, надлишкова потужність витрачається на внутрішнє тертя оливи, що ще більше підвищує її темпера-

туру. Це дає підставу вважати, що ГМП є найбільш теплонапруженим вузлом з усіх вузлів трансмісії.

Створення в гідротрансформаторі високошвидкісних потоків оливи призводить до інтенсивної аерації, посиленого піноутворення, що створює умови для підвищеного окиснення оливи.

Особливості конструкції ГМП висувають до оливи не тільки жорсткі, але й суперечливі вимоги (наприклад, підвищену густину і малу в'язкість, високі протизношувальні та достатньо високі фрикційні властивості). Насамперед це стосується в'язкісних, антифрикційних, протизношувальних і протиокисних властивостей. Однак поряд з антифрикційними властивостями оливи для ГМП повинні мати фрикційні властивості, відсутність яких може призвести до проковзування фрикційних дисків під час перемикання швидкостей. Мастильні властивості оливи водночас мають забезпечувати контакт дисків з відносно високим коефіцієнтом тертя. Така олива зумовлює великі втрати енергії на подолання тертя в інших вузлах. У складі оливи може бути модифікатор тертя (протизношувальна присадка), який здебільшого знижує коефіцієнт тертя. Таких присадок немає в моторних і звичайних трансмісійних оливах.

Для *підвищення ККД* при високих швидкостях потоків оливи у гідромуфтах і гідротрансформаторах і з метою забезпечення можливості їхньої роботи при низьких температурах олива повинна мати мінімальну в'язкість.

Установлено, що *зниження температури* оливи з 90 до 30 °С призводить до зменшення ККД трансмісії на 5...7 %. Для забезпечення на поверхні тертя міцної оливної плівки, а також послаблення течії крізь ущільнення пристрою, олива має бути відносно в'язкою, а з погляду ККД чим менша в'язкість, тим краще. Крім того, при цьому поліпшуються (на 5...8 %) паливна економічність та динамічна характеристика машини.

Однак *застосування малов'язких оливи* у гідромеханічних коробках передач і ведучих мостах із блокуванням диференціала деяких конструкцій автомобілів може спричинювати підвищення шуму. Аби запобігти цьому, потрібні високі мастильні якості оливи, чого, як правило, не може забезпечити малов'язка олива. Для поліпшення мастильних властивостей в оливи вводять спеціальні присадки. Крім того, до них додають інші присадки, такі як диспергуючі, що стабілізують суспензії твердих продуктів, затримуючи осідання їх на деталях двигуна.

Важливими експлуатаційними показниками малов'язких олив є:

- густина;
- протизношувальні властивості;
- термоокисна стабільність;
- мастильні й антикорозійні властивості;
- висока теплоємність й інші показники, притаманні звичайним трансмісійним оливам.

Установлено, що чим більша *густина оливи*, тим більшу потужність може передати ГМП. *Забезпечення протизношувальних властивостей* утруднюється різноманітністю матеріалів пар тертя (сталь—сталь, сталь—металокераміка тощо). А для нормальної роботи фрикційних дисків зчеплення олива має забезпечувати підвищений коефіцієнт тертя. *При коефіцієнті тертя, меншому від 0,1, спостерігається пробуксовування дисків, а при 0,18 і більше — ривки.* В обох випадках це призводить до передчасного виходу з ладу дисків.

Під час роботи ГМП в оливі накопичуються продукти старіння, які, відкладаючись на фрикційних дисках зчеплення, порушують їхню роботу (спричиняють «засалювання»). Оливи для ГМП повинні мати високі антикорозійні, протипінні властивості, бути сумісними з різними ущільнювальними матеріалами, забезпечувати інші вимоги щодо їхньої якості.

Термоокиснювальна стабільність оливи в ГМП має бути більшою, ніж звичайних трансмісійних, оскільки безпосередній контакт оливи з великою кількістю повітря в присутності каталітично-активних кольорових металів зумовлює швидке окиснення оливи в об'ємі, тонкому шарі й туманоподібному стані. Тому до оливи додають протиокисні присадки. Олива повинна мати мінімальну корозійну агресивність до металів, вона не повинна шкідливо впливати на гумові ущільнювальні пристрої (набухання гуми допускається від 1 до 6 %). Крім того, олива має бути однорідною і не пінитись. Для цього до неї додають протипінні присадки.

Для поліпшення мастильних властивостей олив до них вводять протизношувальні та протизадирні присадки.

Олива має охолоджувати деталі трансмісії і, отже, мати якомога більшу питому теплоємність (2,08...2,12 кДж/кг · К).

Оливи для **гідравлічних передач** використовують в автоматичних трансмісіях та гідротрансформаторах легкових і вантажних автомобілів, автобусів, насосах гідравлічного підсилення рульового керу-

вання, коробках передач із перемиканням їх за допомогою серво-механізму, а також у різних гідравлічних механізмах з крильчастими і поршневыми насосами.

Для гідротрансформаторів і автоматичних коробок передач випускається олива А, що не має замітника, а для гідромеханічних коробок передач — олива МГТ (табл. 8.4).

Зарубіжні оливи типу А і МГТ позначаються Type A, Suffix і Dexron.

Таблиця 8.4

**Показники якості оливо
для гідромеханічних передач**

Показник	Олива МГТ	Олива А
В'язкість кінематична, мм ² /с, за температури, °С:		
100	6...7	—
50	—	23...30
20	—	≤ 2100
В'язкість динамічна, Па · с, при -50 °С	≤ 40	—
Індекс в'язкості, не менш як	175	160
Температура, °С:		
застигання, не вище як	-55	-40
займання у відкритому тиглі, не нижче	160	175
Мастильні властивості на чотирикульковій машині:		
індекс задирки (I _z), не менш як	40	38
показник зношення при навантаженні на вісь 392,4 Н, мм, не більш як	0,5	—
Вміст:		
механічних домішок, %, не більш як	0,01	0,01
води	Не допускається	
водорозчинних кислот і лугів	Допускається лужна реакція	
Зольність, %, не менш як	—	0,60
Густина, кг/м ³ , при 20 °С	860	870
Вплив на гуму (72 год, за температури 125...130 °С), %:		
зміна об'єму	0...8	—
маси	0...7	—

§ 8.3 Рідини для рульового керування автомобілів і бульдозерів

Для гідропідсилювачів рульового керування автомобілями ГАЗ, ЗИЛ, Урал випускають *оливу Р*, що забезпечує працездатність гідропідсилювача за температур до $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Олива Р містить протизношувальну, протиокисну, мийну та протипінну присадки і тому її можна використовувати в амортизаторах та інших гідравлічних системах.

Як замітники можна застосовувати веретенну оливу АУ, індустріальну И-12 чи Гідрол-4. Однак працювати на оливах-замінниках можна лише при температурах не нижче $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Основною гідравлічною рідиною загального призначення є *олива МГЕ-10А*, яку готують, загущуючи малов'язку слабозастигаючу оливну основу полімером. До суміші додають протиокисну та протизношувальну присадки. Олива працездатна за температури від -55 до $90\text{ }^{\circ}\text{C}$.

У гідросистемах бульдозерів та інших машин на базі тракторів заводи-виробники тракторів для запобігання проникненню оливи з гідросистеми в двигун через сальник гідронасоса рекомендують використовувати дизельні оливи М-8В₂ та М-10Б₂ і тільки за температур нижче $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ пропонують використовувати веретенну оливу АУ або трансформаторну оливу ТК або суміш 50 % трансформаторної та 50 % турбінної Т22 олив.

Веретенну оливу АУ можна використовувати до $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$, а трансформаторну та її суміш з турбінною — до $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Компресорні оливи використовують у компресорних станціях, які можуть переміщуватися, та компресорах автомобілів й екскаваторів. Ці оливи характеризуються однорідністю складу, тому замінювати їх іншими оливами та паливом не можна.

§ 8.4 Гальмові рідини

Ці рідини виробляють на касторовій та гліколевій основі. Їхні властивості поліпшуються додаванням присадок. *Між собою гальмові рідини змішувати не можна.*

Гальмові рідини на касторовій основі мають добрі зв'язувальні властивості й не спричиняють набухання чи роз'їдання гумових деталей. До них належать рідини БСК, ЕСК та АСК.

Рідина БСК — це суміш 50 % бутилового спирту та 50 % касторової оливи, має яскраво-червоний, а іноді яскраво-жовтий колір. Virізняється доброю мастильною властивістю, може використовуватися разом із деталями зі звичайної неолівостійкої гуми. Основний її недолік — мала стабільність за низьких температур. Уже при $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ з неї випадає касторова олива у вигляді згустка, що може порушувати нормальну роботу гальмової системи. З цієї причини використання рідини БСК допускається тільки при температурах навколишнього повітря не нижче як $-15\ldots-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Застосовується ця рідина в гальмових системах вантажних і легкових автомобілів (крім «Жигулів»).

Спиртокасторові рідини ЕСК (40 % етилового спирту та 60 % касторової оливи) й *АСК* (60 % акрилового спирту та 40 % касторової оливи) мають низку недоліків, тому нині не використовуються. За своїми властивостями вони не відрізняються від БСК, але рідина ЕСК більш схильна до утворення парових пробок у гальмовій системі за підвищених температур (етиловий спирт кипить при $78\text{ }^{\circ}\text{C}$).

До *гліколевих рідин*, які набули великого поширення, належать гальмові рідини ГТЖ-22М, ГТЖ-22РК, «Нева», «Томь», «Роса».

Рідина ГТЖ-22М має антикорозійні та протизношувальні присадки, що надає їй добрих захисних, мастильних і в'язкісно-температурних властивостей. Температурний діапазон використання становить $-50\ldots+100\text{ }^{\circ}\text{C}$, а максимальний робочий тиск — до 10 МПа. Рідина працює з ущільненнями з неолівостійкої гуми, має зелено-жовтий колір.

Рідина ГТЖ-22РК (з високими робочими консерваційними властивостями) є прототипом ГТЖ-22М. До її недоліків належать сильна отруйність, недостатні мастильні властивості та значна гігроскопічність.

Рідина «Нева» — багатокомпонентна, на гліколевій основі з в'язкісною й антикорозійною присадками, має жовтий чи світло-коричневий колір, працездатна в широкому діапазоні температур від -50 до $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Рідина гігроскопічна, осмолюється на повітрі, тому потрібно додержуватись вимог до її зберігання, а при заміні рідини гальмову систему слід промивати. Рідина «Нева» — отруйна й вогнебезпечна, а при потраплянні на шкіру викликає сильне подразнення, через що під час роботи з нею треба бути дуже обережним.

Використовується ця рідина в гальмових системах усіх автомобілів, за винятком ГАЗ-24.

Рідина «Томь» — негорюча, токсична, взаємозамінна з рідиною «Нева», але змішувати ці рідини не слід.

Рідина «Роса» — багатокомпонентна, токсична, взаємозамінна з гальмовими рідинами «Нева» і «Томь».

Розроблено і досліджено рідину ГТЖ на нафтовій основі (деаароматизований гас із присадками). Вона відповідає всім вимогам, але широке застосування її можливе лише з використанням оливостійкої гуми.

Змішувати гальмові рідини не рекомендується, а якщо вони мають різну основу — не допускається.

При заміні гальмової рідини систему промивають водою (з використанням гліколевих рідин ГТЖ-22М і ГТЖ-22РК) чи денатурованим спиртом, після чого систему висушують і заповнюють свіжою рідиною.

! Дуже небезпечним є потрапляння в будь-яку гальмову рідину бензину, гасу, дизельного пального та оливи, оскільки вони псують якість рідин і руйнують гумові деталі.

Фізико-хімічні властивості гальмових рідин наведено в табл. 8.5.

Таблиця 8.5

Показники якості гальмових рідин

Показник	Рідина					
	«Нева»	«Томь»	«Роса»	ГТЖ-22	ГТЖ-22РК	БСК
Зовнішній вигляд	Прозора кольорова однорідна рідина без осаду					
Кінематична в'язкість, мм ² /с, за температури, °С:						
–40, не більш як	1500	1500	1700	1350	1519	2500
+50, не менш як	5,0	5,0	5,0	—	—	9,0
+100, не менш як	2,0	2,0	2,0	1,83	1,87	—
Низькотемпературні властивості: стан рідини після витримки (–50 °С, 6 год)	Прозора рідина без розшарування й осаду					

Закінчення табл. 8.5

Показник	Рідина					
	«Нева»	«Томь»	«Роса»	ГТЖ-22	ГТЖ-22РК	БСК
Температура кипіння, °С, не нижче	190	205	260	192	200	115
Вміст механічних домішок, %	Відсутні					

§ 8.5 Рідини для амортизаторів

Умови роботи рідин у гідравлічних приводах і амортизаторах істотно різні. Це не дає змоги використовувати в них одну й ту саму рідину.

У процесі роботи амортизаторів рідини сильно нагріваються (влітку до 120...140 °С, а взимку в північних умовах температура їх знижується до –60 °С). Тиск рідини в амортизаторі може досягати 10 МПа.

Основні вимоги до якості амортизаційних рідин — полога в'язкісно-температурна характеристика та низька температура застигання.

В амортизаторах машин, які працюють за низьких температур, використовують спеціальні всесезонні рідини АЖ-12Т, АЖ-16 і Р, а також авіаційну гідравлічну оливу МГЕ-10А. Ці рідини працездатні в інтервалі температур –50...+40 °С (табл. 8.6).

Основною є *рідина АЖ-12Т*, яка складається з трансформаторної оливи і кремнійорганічної рідини з доданням протизношувальної та протиокисної присадок. Рідину використовують у системі з ущільнювачами з оливостійкої групи. Як замітники можуть застосовуватися гідравлічна олива АУП чи веретенна олива АУ, а також суміш (1:1) трансформаторної оливи з турбінною Т22. Проте зі зниженням температури в'язкість цих олив різко зростає, внаслідок чого підвищується жорсткість роботи амортизаторів.

Таблиця 8.6

**Технічна характеристика рідин
для амортизаторів**

Марка рідини	Технічна характеристика	Температурний діапазон використання, °C	Сфера застосування
АЖ-12Т	Складається з трансформаторної оливи та кремнійорганічної рідини з доданням протизношувальної та протіокисної присадок. Як замінники можуть застосовуватись гідравлічна олива АУП чи веретенна олива АУ, а також суміш (1:1) трансформаторної оливи з турбінною	–50...+140	Застосовується з ущільнювачами з оливостійкої гуми марки ИРП-1100
Р	Містить протизношувальну, протіокисну, мийну й протипінну присадки, тому її можна застосовувати в амортизаторах та інших гідравлічних системах. Для рульового керування як замінники можуть використовуватись веретенна олива АУ, індустріальна И-12 чи «Гідрол 4». Однак працювати на оливах-замінниках можна лише за температур не нижчих за –35...–45 °C	До –50 °C	Для гідропідсилювачів рульового керування автомобілями ГАЗ, ЗИЛ, «Урал»
АЖ-16	Одержують із слабозастигаючих нафтових олив шляхом згущення в'язкісними присадками	–50...+140	Застосовується з ущільнювачами з оливостійкої групи марки ИРП-1100
МГЕ-10А	Гідравлічна рідина загального призначення, котру готують загущенням малов'язкої основи полімером. До одержаної суміші додають протіокисну, протизношувальну та захисну (консерваційну) присадки	–50...+90	Те саме

§ 8.6 Синтетичні оливи

Сировинна база мінеральних олив вичерпується (це — нафта) і, крім того, мінеральні оливи не завжди можуть задовольнити вимоги техніки, що швидко розвивається. Наприклад, за дуже низьких температур застосування мінеральних олив ускладнюється внаслідок кристалізації парафінів і тверднення оливи або підвищення її в'язкості до такого значення, коли прокачування стає неможливим. За високих температур, навпаки, в'язкість мінеральних олив стає настільки малою, що не можна запобігти зношуванню та пошкодженню тертьових поверхонь.

Такі явища особливо відчутні, якщо треба одночасно забезпечувати, наприклад, легкий пуск двигуна (чи іншого агрегату) в умовах дуже низьких температур і нормальне мащення в умовах жорстких режимів експлуатації. Якщо мінеральна олива забезпечує легкий пуск двигуна (тобто має малу в'язкість), то в умовах підвищених температур експлуатації вона може розкладатись під впливом високих температур або внаслідок сильного окиснення. Мاستильна плівка при цьому перетворюється на коксові або смолисті відкладення, тому що олива з малою в'язкістю має підвищену випаровуваність.

Першими синтетичними оливами були вуглеводні. Від мінеральних олив вони різнились вищим індексом в'язкості, тобто якіснішими в'язкісно-температурними показниками, та кращими низькотемпературними властивостями. Вуглеводневі оливи не токсичні, стабільні за температур 220...260 °С. Вони мають добру текучість при температурі до -50 °С і нижче.

Однак синтетичні оливи не можуть бути універсальними, тобто забезпечувати всі вимоги, які диктуються умовами експлуатації, хоча один або кілька показників якості синтетичних олив превалюють над аналогічними показниками мінеральних олив. Як недолік деяких синтетичних олив слід відзначити невелику стійкість до окиснення та термічного розкладання порівняно з мінеральними.

Тому синтетичні оливи використовуються в суміші з мінеральними, що забезпечує роботу в ширшому діапазоні температур порівняно з мінеральними оливами.

Моторні оливи з добавками синтетичних вуглеводневих олив мають невелику випаровуваність, утворюють менше відкладень у двигуні, ніж чисті мінеральні оливи. Вони сумісні з присадками.

Практичну цінність мають неуглеводневі синтетичні оливи: поліалкіленгліколи, фторхлорвуглеці, полісилоксани (силікони або кремнійорганічні сполуки), оливи на основі складних ефірів тощо.

Сировиною для поліалкіленгліколів є етиленгліколь, пропіленгліколь та інші гліколи, оксиди вуглеводнів (пропілену, етилену) та інші суміші. Поліалкіленгліколи не горючі, мають добрі протизношувальні властивості, низьку температуру застигання, досить високий індекс в'язкості, добру термічну стійкість в інтервалі температур 120...230 °С і вище (наприклад, олива CM-028 використовується як добавка до моторних мінеральних олив та ін.).

В автотракторній техніці їх найчастіше застосовують для виготовлення гальмових рідин, таких як ГТЖ-22М, «Нева», «Томь».

Із розвитком техніки виникає потреба в мастильних матеріалах, які витримували б дію високих температур. З цією метою були створені *фторхлорвуглеці* та *фторвуглеці*. Останні стійкі при температурі 400...500 °С, вогнестійкі, мають добрі мастильні властивості, але дуже низький індекс в'язкості (від'ємний). Вони також слабо розчиняються в мінеральних оливах і присадках.

Як спеціальні оливи та рідини широко застосовуються *кремнійорганічні сполуки* — полісилоксани (силікони), які здобувають заміщенням вуглецевих атомів атомами кремнію, зв'язаними між собою в ланцюг через кисень. До атомів кремнію приєднуються вуглеводневі та інші органічні радикали. Полісилоксани мають високу вогнестійкість порівняно з мінеральними й органічними синтетичними мастильними матеріалами, найкращі в'язкісно-температурні властивості (індекс в'язкості, як правило, вищий за 200). Полісилоксани не піняться. Тому їх широко застосовують як антипінну присадку до олив.

Полісилоксани хімічно та радіаційно стійкі, але мають погані мастильні властивості (особливо для пари сталь—сталь), слабо запобігають іржавінню. В автотракторній техніці їх застосовують як домішки до гідравлічних рідин, наприклад для виготовлення амортизаційних рідин АЖ-12Т і АЖ-170. Остання є сумішшю мінеральної та синтетичної олив, працює в інтервалі температур -60...+130 °С.

Для роботи в гідравлічних, електрично ізольованих системах, що працюють в інтервалі температур від -70 до 100 °С, використовують

напівсинтетичні оливи 132-10 та 132-10Д. Для авіаційних турбореактивних двигунів застосовується олива ВТ-301. До складу всіх композицій таких олив входять різні присадки.

Останнім часом широко використовуються *синтетичні оливи на основі складних ефірів*. Як мастильні матеріали широко застосовуються діефіри ізоструктури, ефіри пентаеретриту. Сировиною для їх одержання є спиртоєфіри та спирти ізоструктури, а також дикарбонові кислоти. Олива на основі складних ефірів позначається доброю в'язкісно-температурною характеристикою, низькою температурою застигання, меншим випаровуванням порівняно з мінеральними оливами. Діефіри широко використовуються як оливна основа при виготовленні «вічних» (тобто одноразово заправлених) мастил для закритих підшипників.

Наприклад, у витискних підшипниках муфти зчеплення автомобілів ГАЗ і ЗІЛ застосовується мастило ПЗ-31.

Діефіри також використовуються як домішка до мінеральних олив для виготовлення моторних олив разом із присадками або з композицією присадок. Наприклад, діефірна олива з присадками застосовується в турбореактивних двигунах ВНИИНП-50-1-4ф, 36/1-КУА; олива ЛЗ-240 і олива Б-3В — це суміш складних ефірів пентаеритриту і жирних кислот із пакетом присадок. Алкідіефіри не утворюють відкладень, тому що самодиспергуються, але вони погано діють на гуму та пластмаси.

Ведуться дослідження можливості використання вуглеводневих олив у широких масштабах як моторних олив, трансмісій машин та обладнання, що працюють в арктичних умовах.

Створюючи *композицію синтетичних олив* та суміші мінеральних і синтетичних олив з присадками, можна одержувати оливу та технічні рідини, які відповідають усім вимогам сучасної і перспективної техніки.

За деякими експлуатаційними характеристиками синтетичні оливи можна розмістити в такому порядку: за мастильними властивостями кращими оливами вважаються фторхлорвуглеці, за ними йдуть поліалкіленгліколі, складні ефіри, мінеральні оливи, полісілоксани; за в'язкісно-температурними властивостями кращими є полісілоксани, за ними йдуть поліалкіленгліколі, складні ефіри, мінеральні оливи, фторхлорвуглеці.

Частка синтетичних олив у загальному обсязі виробництва незначна, але завдяки низці переваг їх випуск щорічно збільшується з

1 % у 1980 р. до 10 % у 1987 р., а в 2000 р. до 50 %. Сучасні зарубіжні легкові машини працюють, як правило, на синтетичних оливах.

Одна з основних переваг синтетичних олив — їх значно вищий індекс в'язкості — від 140 (діефіри) до 500 (вторинновуглецеві), що забезпечує легший пуск двигуна при мінусових температурах. Крім того, синтетичні оливи порівняно з мінеральними мають:

- меншу схильність до утворення низькотемпературних відкладень (шламів);
- високі показники в'язкості (в 3...5 разів вищі від рівнозначних їм мінеральних), що забезпечує умови гідродинамічного мащення до вищих температур;
- кращу термічну стабільність;
- низьку випаровуваність;
- малу схильність до утворення високотемпературних відкладень.

Термін служби синтетичних олив в 5...10 разів довший за термін служби мінеральних олив (деякі працюють до 80...100 тис. км пробігу автомобіля без заміни). Вони характеризуються:

- кращими протиокисними, диспергуючими властивостями і хімічною стабільністю;
- однаковими або кращими протизношувальними, протизадирними властивостями;
- меншими витратами оливи на угар (на 30...40 %);
- зниженням витрати палива (на 4...5 %), що зумовлюється оптимальнішими умовами тертя.

Вартість їх у 2...3 рази вища, але, враховуючи їхні переваги і великий термін роботи, синтетичні оливи є перспективними не тільки з експлуатаційної, але й з економічної точки зору.

§ 8.7 Пускові рідини

Запустити двигун при мінусових температурах без прогрівання дуже важко. Відомі способи підігрівання є малоефективними і трудомісткими, тому все частіше почали використовувати пускові рідини (за кордоном їх використо-

вують уже досить давно). До найпоширеніших пускових рідин належать «Холод-40», «НИИАТ ПЖ-25» і «Арктика».

Пускова рідина «Холод Д-40» складається з ефірів (приблизно 75 %), ізопропілнітрату, газового бензину (до 15 %) та оливи. Рідина забезпечує запуск дизелів при температурі до -40°C .

Рідина НИИАТ ПЖ-25 містить 40 % етилового ефіру, решта — індустріальна олива. Ця рідина також призначена для запуску дизельних двигунів.

Рідина «Арктика» складається з етилового ефіру (40...60 %), газового ефіру (35...55 %), ізопропілнітрату (1...5 %), проміжних продуктів окиснення (до 10 %) з доданням протизношувальних присадок (2 %) і антиокиснювачів (0,5 %). Ця рідина призначена для пуску бензинових двигунів при температурі до -40°C .

Таким чином, *основним компонентом пускових рідин* є ефір. Для запуску дизельних двигунів обов'язково використовують турбінну оливу, що містить протиокисну присадку і надає пусковій рідині антиокиснювальні та протизношувальні властивості. В пускові рідини для бензинових двигунів додають не більше 2 % оливи, щоб запобігти забризкуванню свічок.

Ізопропілнітрат сприяє плавній роботі як бензинового, так і дизельного двигунів. Газовий бензин або ефір сприяють рівномірнішому випаровуванню пускової рідини і плавному нарощуванню тиску в камері згорання.

Для введення пускових рідин розроблено дві моделі пускових пристроїв: 5ПП-40 і 6ПП-40, які легко монтуються на двигуні.

Пускова рідина «Холод Д-40» постачається у спеціальних запаяних капсулах одноразового використання місткістю 20, 50 і 100 мл для дизельних двигунів і 20 мл — для бензинових.

§ 8.8 Рідини для промивання

Для *промивання скла* застосовують рідину НИИСС-4. Вона вогненебезпечна, токсична і негативно діє на фарбу машин. Тому в чистому вигляді її не використовують, а розводять водою, кількість якої залежить від температури повітря: при -5°C у відношенні 1 : 90, а при $-20\ldots-30^{\circ}\text{C}$ (що можливо

в Україні) — у відношенні 1:10. Рідину *НИИСС-4* якоюсь мірою можна використовувати для запобігання обledenінню скла.

Якщо спеціальних рідин проти обledenіння нема, то скло машин можна протирати сумішшю 63 %-го спирту з гліцерином (на 100 мл 63 %-го спирту додають 5,5 г гліцерину) або сумішшю калійного мила з гліцерином і скипидаром (60 г мила розчиняють у 30 г гліцерину та 10 г скипидару) чи сумішшю насиченого розчину кухонної солі з гліцерином.

Для видалення нагару з деталей двигуна (поршнів, кілець, головок блока тощо) використовують лужні мийні суміші, що мають підвищену корозійність металів і токсичність. Тому слід застосовувати синтетичну мийну пасту МС-5, яка не має цих недоліків. Використовують її із розрахунку 20...25 г суміші на 1 л води.

Для промивання деталей трансмісії та ходової частини машин застосовують суміш МС-6 (15...20 г суміші на 1 л води). Вищу ефективність суміші МС-5 і МС-6 мають при нагріванні їхніх розчинів до 70...80 °С. Час миття деталей при цьому становить 10...30 хв.

Для очищення сильно забруднених двигунів, а також зовнішнього їх миття використовують суміш МС-8 (10...15 г суміші на 1 л води).

Щоб швидко і повністю видалити нагари, лаки та відкладення з дуже забруднених поверхонь застосовують пасту «Аероль» у вигляді розчину з розрахунку 1...5 г на 1 л води. Особливо чисті поверхні одержують при ультразвуковій обробці їх в емульсіях ОС-6, ОС-20 (дизельне паливо з водою та домішкою ПАР).

§ 8.9 Охолодні рідини

Надійність й економічність роботи двигуна здебільшого залежить від стану системи охолодження і якості охолодної рідини, яка має задовольняти певні вимоги:

- мати високу температуру кипіння;
- якомога більшу питому теплоємність;
- низьку температуру замерзання і певну в'язкість.

Крім того, вона не повинна кородувати стичні з нею метали, руйнувати гумові ущільнення та інші деталі, а також якомога менше

утворювати накипи в системі охолодження. Бажано, щоб рідина була не дефіцитною, дешевою, безпечною щодо пожежі та нешкідливою для здоров'я обслуговуючого персоналу.

Вода має найвищу для всіх рідин питому теплоємність (4,2 кДж/кг·г), низьку в'язкість ($\nu = 1 \text{ мм}^2/\text{с}$), що забезпечує легкість її циркуляції в системі охолодження, а також високу температуру кипіння (105...108 °С при тиску 0,11...0,12 МПа в закритих системах охолодження). Однак воді притаманні такі недоліки:

- замерзає за низьких температур, збільшуючись в об'ємі майже на 10 %;
- утворює накип у системі охолодження двигуна.

Утворення накипу зумовлено жорсткістю природної води, тобто наявністю розчинених у ній солей кальцію та магнію, які з часом відкладаються у вигляді шару накипу товщиною до 5 мм і більше. При цьому можуть спостерігатися перегрівання двигуна, детонація, підвищення зношування, зниження потужності двигуна (на 20...25 %), збільшення витрат палива (на 25...30 %) і оливи (на 30...40 %).

Жорсткість води характеризується наявністю розчинених у воді солей кальцію (Ca) та магнію (Mg) (карбонатів та сульфатів). Залежно від виду цих солей розрізняють тимчасову та постійну жорсткість. *Тимчасова (карбонатна) жорсткість* визначається наявністю у воді карбонатів магнію (MgCO_3) та кальцію (CaCO_3), які у вигляді накипу осідають на стінках системи охолодження. Тимчасовою її називають тому, що досить воду нагріти до кипіння, як вона стає м'якшою.

Постійна жорсткість води характеризується наявністю в ній сульфатів, хлоридів, силікатів та лужноземельних металів, які не розкладаються при нагріванні води. Наприклад, сульфат кальцію CaSO_4 (гіпс) при підвищенні температури води випадає з розчину й осідає на стінках системи охолодження разом із іншими солями. Це надає накипу особливої міцності, яка ускладнює його видалення з системи.

Жорсткість води умовно характеризується наявністю в ній йонів Mg^{2+} та Ca^{2+} і визначається в мг-екв/л (1 мг-екв/л відповідає вмісту в одному літрі води 20,04 мг йона кальцію або 12,6 мг йона магнію). Якщо жорсткість води менша від 1,5 мг-екв/л, то вона вважається *дуже м'якою*; при жорсткості — 1,5 до 4,0 — *м'якою*; при 4...8 — *середньожорсткою*, 8...12 — *жорсткою*, 12 мг-екв/л і більше — *дуже жорсткою* (морська вода).

М'яка вода практично не дає накипу, а при використанні води середньої жорсткості систему охолодження слід промивати двічі на рік. Якщо треба використовувати жорстку чи, тим більше, дуже жорстку воду, то її попередньо пом'якшують або додають до неї протинакипні присадки типу хромпіку (5...10 г/л). Для більш старанної обробки води її треба підігріти й додати кальцинованої соди чи тринітрофосфату з розрахунку 53 мг соди або 55 мг тринітрофосфату на кожну одиницю жорсткості в 1 л пом'якшеної води.

! Слід пам'ятати, що теплоємність значно зменшується при потрапленні нафтопродуктів (особливо оливи) в систему охолодження. Ось чому не допускається заливати воду в радіатор, користуючись посудом, на якому збереглись залишки палива чи оливи.

Останнім часом широко застосовуються незамерзаючі при низькій температурі рідини (антифризи). Крім загальних вимог, вони повинні мати якомога меншу корозійну агресивність, тобто містити присадки, бути фізично та хімічно стабільними. Ці рідини не повинні пінитись під час роботи, а їхня вартість має бути невелика.

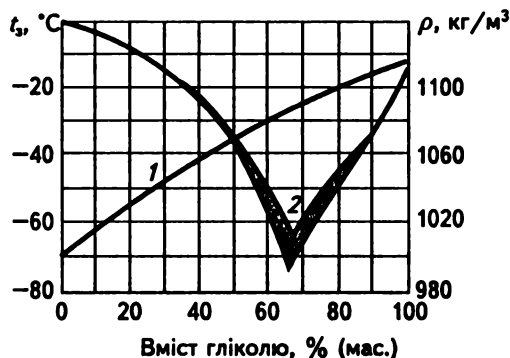


Рис. 8.1.
Залежність густини (1) й температури замерзання (2)
водно-етиленгліколевої охолодної рідини від її складу

Як антифризи можуть бути використані водні розчини солей, спиртів, етиленгліколів тощо. Найбільшого поширення набули етиленгліколеві рідини. Нині застосовують дві етиленгліколеві рідини марок 40 і 65 з температурою замерзання відповідно -40 і -65 °C. Але етиленгліколеві рідини зумовлюють сильну корозію сталі, міді,

алюмінію, цинку та їхніх сплавів, тому до антифризу додають спеціальні присадки. Тепер антифризи маркуються як ОНЖ-40 та ОНЖ-65 (охолодна низькотемпературна рідина).

У системах охолодження двигунів автомобілів ВАЗ, «Москвич», КамАЗ і деяких інших використовують охолодні рідини Тосол-А40 та Тосол А-65 (або Тосол А-40М і Тосол А-65М), які мають композицію присадок. Тосол А — концентрований розчин, що розбавляється дистильованою водою до потрібної концентрації (рис. 8.1).

Тосол А-40М має блакитний колір, а Тосол А-65М — червоний.

Змішувати прості антифризи 40 та 65 з Тосолом не слід, а при заміні одного іншим треба промити систему охолодження двигуна.

Якщо система охолодження довгий час заправлялася водою, то перед заливанням антифризу її потрібно старанно промити, інакше відбудеться реакція накипу з антифризом і агресивність останнього збільшиться.

Якщо колір антифризу дуже змінився при скаламученні, то його слід замінити свіжим, попередньо промивши систему охолодження двигуна.

Установлено, що Тосол має працювати два роки, а за інтенсивнішої експлуатації — до 60 тис. км пробігу автомобіля.

! Етиленгліколеві рідини дуже отруйні (смертельна доза етиленгліколю становить усього 20...30 г). Однак отруйні дії цих рідин проявляються тільки при потрапленні до шлунково-кишкового тракту; тому спеціальні заходи для захисту шкіряних покривів і дихальних шляхів при використанні антифризів не потрібні.

При експлуатації антифризів передусім випаровується вода, оскільки температура кипіння етиленгліколю 197, 5 °С. Тому *в разі википання в систему охолодження треба доливати не антифриз, а воду*. Якщо система охолодження негерметична, то в неї додають тільки антифриз.

В умовах високогір'я за напружених теплових режимів форсованих двигунів застосовують охолодні рідини з високими температурами кипіння (140...145 °С). Найчастіше це є суміш високомолекулярних спиртів та ефірів, що дуже важливо, оскільки при підвищенні температури в системі охолодження двигуна поліпшується теплопередача. Крім того, з підвищенням температури стінок циліндрів зменшується витрата теплоти в охолоджене середовище, при цьому зростає потужність двигуна і зменшується витрата палива.



**Контрольні запитання
та завдання**

1. Які вимоги ставляться до олив, що застосовуються як робочі рідини?
2. Назвіть основні властивості робочих рідин.
3. Назвіть асортимент робочих рідин і вкажіть, де вони використовуються? Якими оливами можна замінити робочі рідини?
4. Які асортимент і маркування гальмівних рідин і де вони застосовуються?
5. Які рідини використовують для амортизаторів та як їх маркують.
6. Які рідини використовують для рульового керування?
7. Які рідини застосовують для гідросистеми бульдозерів?
8. Що таке пускові рідини; їхнє призначення, маркування і сфера використання?
9. Що таке жорсткість води та чим вона визначається?
10. Назвіть способи пом'якшення жорсткої води?
11. Назвіть асортимент і маркування антифризів? У чому полягають переваги й недоліки антифризів?
12. Що потрібно доливати в систему охолодження двигуна, коли рівень антифризу в ній нижчий від норми?

Глава 9

ХІММОТОЛОГІЯ МАСТИЛ

§ 9.1

Загальні відомості

У машинах і механізмах багато вузлів тертя (підшипники, ресори, деякі зубчасті передачі, карданні з'єднання тощо), які не вдається змащувати рідкою оливою, оскільки до них не можна або невигідно її безперервно подавати. Для мащення цих вузлів використовують мастила.

Мастила — це мінеральні оливи, згущені до мазеподібного стану. Нині випускається близько 200 марок мастил різного призначення.

Вузли тертя, що змащуються мастилом, простіші в обслуговуванні, не так часто вимагають заміни мастила і постійного нагляду за їхньою роботою.

Мастило за своїм складом є складною речовиною. В найпростішому випадку вона складається з двох компонентів — оливної основи (дисперсне середовище) та твердого загусника (дисперсна фаза).

Кількість загусника в мастилах становить 5...30 % (найчастіше 10...20 %). Він і визначає основні властивості мастила.

Для перемішування оливи із загусником частину останнього вбирає олива та розбухає, створюючи структурний каркас мастила. При цьому в кашечках, утворених частинками загусника, що встиг розбухнути, міститься рідка олива. В такому вигляді мастило нагадує грудку вати, просочену рідиною. Структурний каркас не міцний і при невеликому навантаженні руйнується. Тоді олива починає текти, наближаючись до рідкого стану. Цим і забезпечується надійне мащення вузлів тертя. Проте як тільки мастило вивільнить-

ся від навантаження, воно зразу немовби застигає та міцно утримується на деталях, не стікаючи з них. Ця властивість мастил дає змогу використовувати їх в негерметизованих, слабкогерметизованих або зношених вузлах тертя.

Склад мастил. Більшість мастил має в своєму складі 80...90 % нафтових або синтетичних олив, до яких з метою надання їм пластичності вводять 10...20 % того чи іншого загусника. Крім того, вони можуть містити до 5 % води, до 10 % графіту, стабілізатори та інші речовини.

Як загусник найчастіше застосовують мила різних металів (натрієві, літієві, кальцієві), тверді вуглеводні (парафін, церезин та їх суміші), які одержують з нафти та іншої сировини.

Для виготовлення мильних загусників використовують індивідуальні жирні кислоти, які одержують з природних жирів та синтетичних жирних кислот. Перші мастила дістали назву жирових, а другі — синтетичних.

Вуглеводні мастила отримують сплавленням нафтової оливи з твердими вуглеводнями. Вони мають невисоку температуру плавлення, абсолютно нерозчинні у воді, крізь них слабо просочуються водяні пари. Ці мастила легко наносяться зануренням деталі в мастильний розплав або за допомогою щітки. Навіть тонкий шар вуглеводневого мастила (близько 0,5 мм) надійно захищає поверхню від шкідливої дії води та пари. Виходячи з цього, такі мастила виготовляють як консерваційні та захисні.

§ 9.2

Основні експлуатаційні властивості

До основних властивостей мастил належать водостійкість, температура крапання, penetрація, колоїдна стабільність, випаровуваність, границя міцності, в'язкість, механічна та хімічна стабільність, захисні (консерваційні) властивості тощо (табл. 9.1).

Таблиця 9.1

Показники властивостей мастил

Властивість мастила	Характеристика властивості	Використання мастила
Водостійкість	Не руйнується під дією води	Неводостійке мастило через 10...15 хв розчиняється. За цією ознакою мастила поділяють на водостійкі та неводостійкі, що й зумовлює їх використання.
Температура крапання	Це падіння першої краплі мастила, яке нагрівають у капсулі спеціального термометра	Визначає верхню температурну границю використання мастила. Мастила можна використовувати при температурі на 15...20 °С нижче від температури крапання. За температурою крапання мастила поділяють на низькоплавкі, середньоплавкі та тугоплавкі.
Пенетрація	Умовний показник механічних властивостей, що дорівнює глибині занурення в них стандартного конуса (виражається в десятих частинах міліметра)	Характеризує консистентність (густину) мастила, тобто здатність мастила до навантаження й до опору витисненню його з підшипника. Пенетрацію визначають за спеціальним приладом (пенетрометром), який показує число пенетрації. Чим вище це число, тим нижча спроможність мастила
Колоїдна стабільність	Здатність протидіяти виділенню оливи з мастила під дією навантаження	Визначає у відсотках кількість мастила, що виділилось від взятої для випробування кількості мастила, впливає на термін зберігання й використання мастила. З підвищенням температури колоїдна стабільність знижується
Випаровуваність	Визначається у відсотках від взятої для випробування кількості мастила	Випаровування та втрати колоїдної стабільності спричиняють підвищення концентрації загусника в мастилах, порушення їхньої однорідності та знижують пластичність мастил
Границя міцності	Мінімальне напруження зсуву під дією інерційних сил, при якому мастило починає текти	Визначає здатність мастил утримуватись на поверхні деталей за наявності сили інерції. Вимірюється спеціальним приладом — ротаційним пластовіскозиметром

Закінчення табл. 9.1

Властивість мастила	Характеристика властивості	Використання мастила
В'язкість	Залежить від швидкості деформації й оцінюється ефективною в'язкістю	Експлуатаційні характеристики мастил покращуються при зниженні в'язкості та при підвищенні швидкості її деформації. Визначається при температурі 70...100 °С автоматичними капілярними віскозиметрами
Механічна стабільність	Характеризує властивість мастил протидіяти руйнуванню під навантаженням	Мастило з поганою механічною стабільністю швидко руйнується, розшаровується та витікає з вузлів тертя. Впливає на границю міцності та в'язкість. Визначається приладом — таксометром (ним визначають границю міцності до й після руйнування мастила)
Хімічна стабільність	Визначає стійкість мастила до окиснення повітрям	Окиснення призводить до зміни кислотного числа та зменшення границі міцності на зсув. При температурі вище як 100 °С погіршуються антикорозійні властивості. Чим вища хімічна стабільність, тим кращі експлуатаційні властивості мастил
Захисні (консерваційні властивості)	Характеризують властивість мастила до запобігання корозійного впливу навколишнього середовища на металеву поверхню	Залежать від властивості утримуватися на поверхні металу, не стікаючи, мають колоїдну та хімічну стабільність, водостійкість та повітряпроникність. Запобігають корозії металів в умовах 100 % вологості протягом досить тривалого часу

§9.3 Класифікація та маркування мастил

Виробництво комплексних мастил (кальцієвих, барієвих та інших) почалося з 1970 року.

Для автомобільного транспорту особливо перспективною виявилася розробка високоякісних багатоцільових мастил типу Литол-24. Існують і якісніші мастила: ЛСЦ-15, Фиол-1, Фиол-2, Фиол-2у, ШРУС-4, ШРБ-4, Силикол, УНІОЛ-1 та інші. Багато з них застосовуються тільки при складанні машин і до їх капітального ремонту не потребують заміни.

Недостатня довговічність голчастих підшипників карданного вала автомобілів ВАЗ стала причиною заміни в них мастила Литол-24 на Фиол-2у.

Установлення на автомобілі вакуумного підсилювача зумовило необхідність використання нового мастила Силикон.

Багатоцільові літєві мастила Литол-24, Фиол-1, а також спеціальні мастила (ЛСЦ-15, ШРБ-4, ШРУС-4, УНІОЛ-1) майже за всіма показниками перевищують старі мастила (солідоли, 1—13, ЦИАТИМ-201). Їхніми перевагами є широкий температурний інтервал, більша працездатність при підвищеній температурі (120...130 °С), а також задовільні або добрі мастильні властивості та висока механічна стабільність.

Остання властивість особливо важлива для підшипників ковзання та шарнірних з'єднань, тобто для таких вузлів, де все мастило зазнає деформації. Там, де солідол витікає, Литол-24 зберігає свої властивості, утримується у вузлі та забезпечує тривалу роботу без зміни та додання (періодичність його заміни порівняно з солідолом у шарнірних рульових та інших тяг підвищується втричі, а у шліцьових з'єднаннях карданного вала — у 5...6 разів).

При переході від змащування мастилом 1—13 у підшипників машини коліс до Литол-24 термін їхньої працездатності до заміни мастила збільшується у 2...3 рази.

Солідоли, мастила ЦИАТИМ-201, ЯМЗ-2, 1—13 з антипітінговими властивостями близькі між собою й значно гірші, ніж «Литол- 24». Мастило «ШРУС-4» має кращі властивості, воно може застосовуватися для мащення не тільки шарнірів нових автомобілів ВАЗ, а й підшипників зчеплення, телескопічних стояків, деталей карбюраторів та інших вузлів (шарнірів і підшипників).

Згідно з ГОСТ 23258-78 всі мастила поділяються на чотири групи: антифрикційні, консерваційні, канатні та ущільнювальні.

Антифрикційні мастила призначені для зниження зношення та тертя ковзання сполучених деталей. Вони становлять близько 80 % усіх мастил, що використовуються.

Всі антифрикційні мастила поділяються на 12 підгруп, кожна з яких позначають окремою літерою російського алфавіту:

С — загального призначення при звичайних температурах (солідоли) — для мащення вузлів тертя з робочою температурою до 80 °С;

О — загального призначення при підвищених температурах — для мащення вузлів тертя з робочою температурою до 110 °С;

М — багатоцільові — для мащення вузлів тертя з робочою температурою -30...+130 °С в умовах підвищеної вологості. В потужних механізмах зберігають свою працездатність до -40 °С;

Ж — термостійкі (жаростійкі) — для мащення вузлів тертя з робочою температурою до +150 °С та вище;

Н — морозостійкі (низькотемпературні) — для мащення вузлів тертя з робочою температурою -40 °С і нижче;

И — протизадирні та протизношувальні — для мащення підшипників кочення при контактних навантаженнях понад 2500 МПа, а також підшипників ковзання з питомим навантаженням 150 МПа. Ці мастила містять протизадирні присадки або тверді домішки;

Х — хімічно стійкі — для мащення вузлів тертя, що мають контакт з агресивними середовищами (кислотами, лугами тощо);

П — приладні — для мащення вузлів тертя приладів і точних механізмів;

Т — редукторні (трансмісійні) — для мащення зубчастих та гвинтових передач усіх видів;

Д — припрацювувальні (дисульфатмолібденові, графітні та інші пасти) — для полегшення складання, запобігання задирам і прискореному припрацюванню тертьових деталей;

У — вузькоспеціалізовані (галузеві) — для мащення вузлів тертя з забезпеченням прокачування, амальгамування, іскрогасіння. Це автомобільні, залізничні, індустріальні та інші мастила;

Б — брикетні — для мащення вузлів і поверхонь ковзання із пристроями, що забезпечують використання мастил у вигляді брикетів.

Консерваційні (захисні) мастила позначають літерою **З**. Вони призначені для запобігання корозії металевих виробів та механізмів під час зберігання, транспортування та експлуатації.

Канатні мастила позначаються літерою К. Вони запобігають зношенню й корозії сталевих канатів та просоченню органічних речовин.

Ущільнювальні мастила поділяються на три підгрупи: А — арматурні, Р — різьбові, В — вакуумні.

Маркування мастил складається з літерних та цифрових позначень: великі літери (С, О, М, Ж, Н, И, Х, П, Т, Д, У, Б, З, К, А, Р, В) характеризують призначення цих мастил відповідно до їх класифікації.

Тип загусника позначають літерами* таким чином:

Загусник	Позначення	Загусник	Позначення
Мило	М	Тверді вуглеводні	Т
Алюмінієвий	Ал	Органічні речовини	О
Барієвий	Ба	Пігменти	Пг
Кальцієвий	Ка	Полімери	Пм
Літієвий	Ли	Уресати	Ур
Натрієвий	На	Фторвуглеводні	Фу
Свинцевий	Св	Неорганічні речовини	Н
Цинковий	Цн	Глини (бетонітові та інші)	Бн
Комплексне мило	Км	Сажа	Сж
Суміш мил	М ₁ — М ₂	Сілікагель	Си

Комплексне мастило позначають малою літерою «к», після якої записують позначення відповідного мила (кКа, кБа). Суміш двох або більше загусників позначають складним індексом (Ка-Ба, Ли-Ба, Св-Пг). На першому місці записують позначення загусника, що входить до складу мастила в більшій концентрації. Позначення загальних назв загусників М, Т, О, Н використовують тільки тоді, коли загусник не передбачено ГОСТ 23258—78.

Рекомендований температурний інтервал використання мастила позначають округленим до 10 °С дробом, у чисельнику якого (без знака «мінус») зменшену в 10 разів мінімальну, а в знаменнику — максимальну температуру. Наприклад, температурний інтервал –30...+120 °С позначають 3/12.

Тип дисперсійного середовища та наявність твердих домішок у мастил позначають малою літерою:

Дисперсійне середовище	Позначення
Нафтова олива	н
Синтетичні вуглеводні (алкілароматичні, ізопарафінові тощо)	у
Кремнійорганічні рідини	к
Складні ефіри	э
Галагеновуглецеві рідини	ж
Фторсилоксани	ф
Перфторанілполіефіри	а
Інші мастила та рідини	п
<i>Тверді домішки</i>	
Графіт	г
Дисульфід молібдену	д
<i>Порошки</i>	
Свинець	с
Мідь	м
Цинк	ц
Інші тверді домішки	т

Мастила, виготовлені на нафтовій оливі, літерою «н» не позначають. Її вводять у позначення мастил, виготовлених на основі суміші нафтової та якої-небудь іншої оливи.

За наявності в мастилах твердих домішок їх позначають малою «г» (графіт) або «д» (дісульфат молібдена). Записують через дефіс після позначення дисперсійного середовища.

Клас консистенції мастила позначають арабськими цифрами:

Пенетрація при температурі 25 °С за ГОСТ 5346—78, мм · 10 ⁻¹	Позначення класу консистенції
400...430	00
335...385	0
310...340	1

265...295	2
220...250	3
175...205	4
130...160	5
85...115	6
Нижче 70	7

Мастило з penetрацією, проміжною між класами консистенції, належить до найближчого класу консистенції. Якщо позначення penetрації стоїть після цифрового позначення температурного інтервалу, то перед ним ставлять дефіс.

Приклади позначення мастил:

СКА 2/8-2 — літера С означає, що це мастило загального призначення для звичайних температур (солідол); Ка — згущене кальцієвим милом; 2/8 — використовується при температурі $-20...80\text{ }^{\circ}\text{C}$; відсутність індексу дисперсного середовища вказує, що мастило виготовлене на нафтовій основі без твердих домішок; 2 — позначення класу консистенції (penetрація становить 265...295 одиниць при температурі $25\text{ }^{\circ}\text{C}$).

МЛи 3/13-3 — літера М означає, що це багатоцільове мастило; Ли — згущене літєвим милом; 3/13 — використовується при температурі $-30...+130\text{ }^{\circ}\text{C}$, виготовлене на нафтовій основі; 3 — позначення класу консистенції (penetрація становить 220...250 одиниць при температурі $25\text{ }^{\circ}\text{C}$).

УНа 3/12з3 — літера У означає, що це вузькоспеціалізоване мастило; На — загущене натрієвим милом; 3/12 — використовується при температурі $-30...+120\text{ }^{\circ}\text{C}$, «з» — виготовлене на складному ефірі; 3 — позначення класу консистенції (penetрація становить 220...250 одиниць при температурі $25\text{ }^{\circ}\text{C}$).

КТ 6/5к-г4 — літера К означає, що це канатне мастило; Т — загущене твердим вуглеводнем; 6/5 — використовується при температурах $-60...+50\text{ }^{\circ}\text{C}$; к — виготовлене на кремнійвуглецевій рідині; г — є тверда домішка (графіт); 4 — позначення класу консистенції (penetрація становить 175...205 одиниць при температурі $25\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Відомості про використання мастил для машин уміщено в інструкціях з експлуатації та, зокрема, в картах мащення відповідних машин.

**Під час роботи з мастилами
слід дотримуватись таких правил:**

- не використовувати суміш різних мастил, а також мастила з домішками води або ті, що мають механічні домішки та паливо;
- не заповнювати вузли тертя мастильним матеріалом повністю, оскільки під час роботи при нагріванні він збільшуватиметься в об'ємі та частина його може витікти. Тому вузли тертя треба заповнювати мастильним матеріалом на 30...60 % їхнього об'єму;
- не використовувати мастильний матеріал при температурах, які перевищують температуру крапання, та не нагрівати вище цієї температури, оскільки перегріте мастило, як правило, втрачає свої властивості;
- дотримуватися правил зберігання мастильних матеріалів, тому що під дією температури, вологи, пилу й сонячних променів їхні властивості можуть змінюватись. Мастильні матеріали слід зберігати в закритій (краще герметичній) тарі. Не допускати обводнення та забруднення їх механічними домішками. При правильному зберіганні мастильні матеріали не втрачають свої початкові властивості протягом кількох років.

**§ 9.4
Характеристика
та сфера використання мастил**

• **Мастила загального призначення (кальцієві).** *Кальцієвими* прийнято називати мастила, згущені гідратованими кальцієвими милами. Вони відомі під загальною назвою «Солідоли».

Солідоли (від світло- до темно-коричневого кольорів) застосовують як мастило загального призначення при температурі 60...80 °С. Їх випускають двох типів: жирові та синтетичні.

Солідол жировий (СКа 2/7-2) згущують загусниками, що входять до складу природних жирів, кальцієвими жирами жирних кислот.

Солідол синтетичний (СКа 2/8-3) готують згущенням мастил середньої в'язкості гідрованими кальцієвими милами синтетичних

жирних кислот. Вони характеризуються доброю колоїдною стабільністю й мають трохи гірші в'язкісно-температурні властивості, краще ущільнюються, ніж жирові солідоли, а деякі мають низьку границю міцності.

Жирові та синтетичні солідоли можна змішувати у будь-яких пропорціях.

Графітне мастило УСсА (СКа 2/7-г3) близьке за складом до синтетичного солідолу. До його складу входить до 10 % дрібного молотого графіту. За зовнішнім виглядом це темно-коричнева (до чорної з зеленуватим відтінком) мазь, в якій розрізняються дрібні частинки графіту. Графітне мастило використовують для мащення деталей, що мають грубу поверхню й працюють під високим навантаженням. Такими є відкриті зубчасті передачі лебідок, круги катання екскаваторів, кранів, зубчасті вінці розчинозмішувачів, ресорні листи, ланцюги бортових редукторів, тощо.

● **Мастила для підвищення температур (натрієві).** До *натрієвих мастил* належать консталін та мастило 1-13 (Она-Ка 3/10-2). Їх готують згущенням мінеральних мастил натрієвим милом. Консталіни випускають двох видів: УТ-1 та УТ-2 (універсальні тугоплавкі мастила). Консталіни неводостійкі, тому їх неможливо використовувати в умовах підвищеної вологості, але вони тугоплавкі (короткочасно витримують температуру до 150 °С) і тому їх застосовують для мащення пар тертя, що працюють під високим навантаженням, наприклад у роликів підшипниках. Ці мастила працездатні при температурі від -30 до +120 °С.

Мастило 1-13 ОНа 2/11-2 (від світло- до темно-жовтого кольору) — жирове. Його готують згущенням натрієвими милами жирних кислот, що входять до складу касторового масла. Недоліками цього мастила є низька водостійкість, задовільні низькотемпературні властивості, дефіцитна сировина. Це мастило використовується для мащення підшипників кочення.

Крім того, до цієї групи мастил належать автомобільне карданне мастило.

Мастило АМ карданне (УНа 2/10-2) (від світло-сірого до темно-коричневого кольору) — чутливе до вологи, використовується в карданних шарнірах передніх ведучих мостів.

● **Багатоцільові мастила.** Ці мастила одержують згущенням малов'язких мастил літєвим милом. Іноді їх називають багатофункціональними, або універсальними. Це мастила типу Литол, Фитол, ЛСЦ-15, ШРБ-4, мастило № 158, ШРУС-4 тощо. Вони водостійкі, витримують контакт навіть із киплячою водою. Температурний інтервал їх використання становить $-60...+120\text{ }^{\circ}\text{C}$, тому ці мастила можна застосовувати всесезонно.

Таким чином, літєві мастила близькі за водостійкістю до солідолів, рівноцінні їм за тугоплавкістю з консталином і кращі від них за температурними властивостями.

Мастила Литол-24, Литол-24РК (МЛи 4/12-3) мають коричневий колір, готуються згущенням суміші нафтових олив літєвим милом оксистеаринової кислоти. Літол водостійкий навіть у киплячій воді та досить морозостійкий (до $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$). Використовується у будь-яких вузлах тертя, але в погано очищених і грубих вузлах тертя застосовувати таке високоякісне мастило, як Литол, недоцільно, оскільки воно коштує дорого. Сюди ж можна віднести мастила (Фиол-1, Фиол-2, Фиол-3, ЛСЦ-15, ШРБ-4). За технічними умовами ці мастила близькі за своїм складом до літолу і найчастіше застосовуються при середніх навантаженнях. Фиол-1 (МЛи 4/12-1), застосовується в гнучких тросах керування та напрямних сидінь; Фиол-2 (МЛи 4/12-2) в індивідуальних механізмах при температурі до $100\text{ }^{\circ}\text{C}$; Фиол-2М (МЛи 4/2-д2) — для мащення октан-коректора переривника-розподільника, Фиол-3 — аналогічно мастилу Фиол-2, але краще утримується у вузлах тертя.

Мастило ЛСЦ-15 (УЛи 4/17-ц3) має білий колір. Його готують на тих самих оливах, що і літоли та фіоли й, крім того, до його складу входить 17 % оксиду цинку. Це мастило має гарні консерваційні властивості, використовується як мастило у вузлах тертя автомобілів ВАЗ (педалі, петлі дверей, механізми склопідйомників) і не потребує заміни.

Мастило ШРБ-4 (УкБа 4/13-2) має колір від коричневого до темно-коричневого. Це комплексне бар'єрне мастило має високу температуру плавлення, водостійке, характеризується добрими низькотемпературними властивостями. Його використовують у шарнірах передньої підвіски та наконечниках тяг рульового керування автомобілів ВАЗ.

Мастило № 158 (УЛи-Ка 3/13-т1) синього кольору на літєвій і калієвій основі. Його застосовують в автотранспортному електрооб-

ладнанні (генераторах, стартерах, магнето). Воно може використовуватися для мащення гольчастих підшипників, карданів змінної кутової швидкості, не замінюється при пробігах автомобіля до 300 тис. км і більше. Можна замінювати мастилами Фиол-2М, Фиол-2У, Литол-24. Проте мастило № 158 значно переважає їх за своїми властивостями, особливо антипіттинговими.

Мастило ШРУС-4 (УЛи 4/12-2) срібно-чорного кольору на літєвій основі. Його використовують для мащення шарнірів рівних кутових швидкостей типу “Бірфільд”, що встановлюються на автомобілях ВАЗ 2108, ВАЗ 2109, ВАЗ 2110. Особливістю роботи цих шарнірів є малі швидкості переміщення (0,4...1,2 м/с) та високі питомі навантаження. Мастило тривалий час контактує з вологим навколишнім середовищем. Його можна замінювати мастилами Литол-24, мастилом № 158, але рівнозначної заміни мастила ШРУС-4 в шарнірах приводу коліс немає.

До цієї самої групи мастил належать мастило ЛЗ-3І та мастило МЗ-10.

Мастило ЛЗ-3І (УЛи 4/13-з3) готується неперервним методом на синтетичній оливі (складних ефірах). Вони неводостійкі, має добрі в'язкотемпературні властивості та задовільну морозостійкість. Застосовується для мащення вижимних підшипників муфти зчеплення автомобілів ЗИЛ і ГАЗ.

Мастило МЗ-10 (УЦн-Т4/8-г2) сірого або чорного кольору згущене цинковим милом, має у своєму складі графіт і застосовується для мащення механізмів склопідйомників, замків дверей автомобілів ЗИЛ.

● **Термостійкі мастила.** Цю групу складають мастила з максимальною температурою працездатності 150...250 °С протягом десятків та сотень годин. Їх виготовляють на дефіцитних синтетичних оливах та спеціальних загусниках і виробляють в обмеженій кількості. До них належать мастила: УНИОЛ-1, ЦИАТИМ-202, ВНИИНП-207.

УНИОЛ-1 (МкКа 3/13-3) має коричневий колір, за зовнішнім виглядом нагадує солідол С. Воно водостійке та термостійке, характеризується добрими протизадирними властивостями: колоїдною стабільністю. Його недоліком є схильність до зміцнення та гігроскопічність. Це мастило майже в 100 разів дешевше за ЦИАТИМ-221. Температура його використання становить 150 °С, короткочасно — до 200 °С.

Масило ЦИАТИМ-221 (ЖкЛи 6/16к1) білого або світло-сірого кольору, нерозчинне у воді, має добрі низькотемпературні властивості (до $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$), температура його застосування до $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$, короткочасно — до $180\text{ }^{\circ}\text{C}$. Масило стабільне й інертне відносно гуми та полімерів. Використовується в парах тертя «гума-метал» та як приладне.

● **Морозостійкі мастила.** Ці мастила готують на основі малов'язких, синтетичних, ефірних та ін. олив. Вони застосовуються при температурі до $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$. До них належать мастила ЦИАТИМ-201, ЛИТА, ЗИМОЛ).

Масило ЦИАТИМ-201 (НЛи 5/12-2) від жовтого до світло-коричневого кольору. Одне з кращих морозостійких мастил (до $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$). Це мастило на літєвій основі, тому його можна використовувати при температурі до $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$, а протягом тривалого часу при температурі не вище за $80\ldots 90\text{ }^{\circ}\text{C}$. Масило водостійке, але має низьку колоїдну стабільність і змивається з відкритих поверхонь. Застосовується для мащення підшипників кочення, ковзання, шарнірах при невеликих навантаженнях.

ЛИТА (НЛи-ТЗ/10-3) — морозостійке, багатоцільове літєве мастило. За властивостями воно близьке до ЦИАТИМ-201. Масило водостійке, але має низьку механічну стабільність. Рекомендується до використання в усіх кліматичних зонах для мащення різних вузлів тертя.

ЗИМОЛ (НЛи5/13-2) — багатоцільове, морозостійке мастило на літєвій основі. Застосовується для мащення будь-яких типів підшипників, зубчастих коліс тощо в районах з особливо холодним кліматом. У нас воно не використовується, але може випускатися на експорт.

● **Канатні мастила.** *Канатне мастило 39У (КТ 6/5 К-з4)* належить до захисних мастил. Воно призначене для запобігання корозії та зменшення тертя між окремими дріттинками та рядами сталевих канатів. Це мастило чорного кольору. До його складу входить нігрол (40 %), осірений нігрол (10 %), окислений петролатум (25 %) та озокерит (25 %), крім того, мастило містить каніфоль та протизношувальну присадку (графіт). Температура плавлення мастила становить $65\ldots 75\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Масило ТОРЕНОЛ-55 (ТЛи 3/13-00) застосовується для мащення оцинкованих та інших видів канатів при температурі $-50\ldots +50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

● **Тверді мастильні матеріали.** Тверді мастильні матеріали на основі молібдену, графіту, солей, олова, кадмію, свинцю, а також полімерних матеріалів знаходять усе більше застосування під час роботи у важких експлуатаційних умовах (високі або криогенні температури, вакуум, високі навантаження тощо).

Застосування твердого мастильного покриття суттєво підвищує ефективність дії традиційних мастильних матеріалів (олива та масил). Тертя і зношування деталей при цьому знижується, вірогідність адгезії зменшується, а ресурс важконавантажених деталей в умовах оливоного «голодування» зростає.

Високі антифрикційні властивості твердих мастильних матеріалів на основі MoS_2 зумовлені тим, що тертьові пари, покриті стійкою та надійною плівкою дисульфату молібдену, ізолюються одна від одної, як і при мащенні рідкою оливою. Ці плівки міцно зчеплюються з деталями, вони є стійкими до контактних навантажень, мають великий опір розриву, легко деформуються, витримують навантаження до 30 МПа, а коефіцієнт тертя їх з підвищенням навантаження та температури зменшується. Крім того, плівки мають високу термічну і хімічну стабільність, вони сполучаються з усіма видами мастил, є нетоксичними.

Тверді мастильні покриття на основі MoS_2 наносять на деталі механізму газорозподілу (розподільний вал, важелі), хрестовини та з'єднання карданів, шарніри рульового механізму, різні зубчасті зчеплення, вали коробок передач й останнім часом на юбки поршнів. При цьому досягається збільшення їхнього ресурсу до 30... 50 % і вище.

Тверді мастильні матеріали «Молікот» (Німеччина) на основі MoS_2 і органічної смоли із спеціальними розчинниками утворюють на поверхні суху плівку, що має добре зчеплення, протизадирні та антифрикційні властивості. Вони працюють в інтервалі температур $-70...+380$ °С. Покриття витримують високі навантаження, мають довгий термін служби і характеризуються доброю корозійною стійкістю. Вони ефективні при покритті кулачків розподільних валів, вкладишів ресор, діафрагм зчеплення, стрижнів клапанів, деталей диференціалу тощо.

Ці мастила не знайшли широкого застосування для мащення вузлів тертя ВДМ внаслідок високої вартості та складності його заміни в умовах експлуатації.

Останнім часом усе більше широко застосовуються полімерні покриття на основі тefлону та інших речовин, наприклад, Slick-50

фірми Petrolok, США додають у гарячу оливу працюючого двигуна у співвідношенні 1:5. При цьому утворювана суспензія за пробіг приблизно 5000 км обволікає всі деталі двигуна, що труться, проникає у мікронерівності й утворює міцне полімерне покриття.

Полімерні продукти не є присадкою до оливо і не змінюють їхні функціональні властивості. Вони тільки впливають на стан і властивості металевої поверхні тертьових пар, утворюючи так званий «позитивний градієнт» при терті.

Полімерна плівка знижує тертя (до 10 %), зменшує температуру деталей та оливи. Плівка має ущільнювальну дію, що в сукупності забезпечує підвищення потужності двигуна і зниження витрат палива (на 5...7 %).

Крім твердомасильних покриттів останнім часом почали з'являтися оливи, що забезпечують «відновлення» зношених поверхонь, що труться, типу «Metal-5» (Франція). «Metal-5» — це дисперсія мікрочастинок цинку, міді, срібла в оливі. Препарат додають у моторну оливу. При цьому мікрочастинки металів осідають на місцях максимального тертя, сполучених пар (стілки циліндрів, поршнів, вкладишів підшипників колінчастого вала тощо). Завдяки цьому поліпшується герметичність циліндропоршневої групи, знижуються витрати палива й оливи, збільшується ресурс двигуна.

Характеристику мастил та сферу їхнього застосування наведено у табл. 9.2.

Таблиця 9.2

Характеристика мастил

Марка	Характеристика	Температурний діапазон, °C	Застосування
Солідоли, графітне мастило	Солідол — це найпоширеніше й дешеве мастило. Його готують згушуванням оливи (82...88 %) кальцієвим милом, жирних кислот (9...18 %), з доданням води (1...3 %). Кальцієве мило надає солідолам водостійкості, а вода стабілізує структуру мастила	−50...+80	Для мащення підшипників кочення й ковзання, шарнірів, гвинтових і ланцюгових передач, тихохідних редукторів та інших вузлів тертя

Продовження табл. 9.2

Марка	Характеристика	Температурний діапазон, °С	Застосування
Солідол-Ж (Ска 3/8-2)	Жировий солідол	−30...+80	Всесезонно в південних районах країни й влітку — в інших
Прес-солідол-Ж (Ска 3/8-1)	Жировий солідол	−30...+80	Всесезонно в південних районах країни й влітку — в інших
Солідол С (Ска 2/8-3)	Солідол синтетичний	−30...+80	Всесезонно в північних районах
Прес-солідол (Ска 3/8-1)	Синтетичний солідол	−30...+70	Всесезонно в північних районах, взимку в середній зоні
Мастило графітне Усса (Ска 2/7-г3)	Солідол, у складі якого 10 % тонкомолотого графіту, який при більших навантаженнях і витискуванні мастила утворює тонку плівку із графіту. При цьому забезпечується зменшення швидкості та інтенсивності зношування	−20...+70	Для мащення ресор, тросів, ходових гвинтів домкратів, відкритих зубчастих передач лебідок, кругів катання екскаваторів і кранів та інших поверхонь, які працюють під навантаженням
УНИОЛ-1 (жкКа 1/50-0)	Термостійке мастило, водостійке навіть в киплячій воді з високими протизадирними властивостями і доброю колоїдною стабільністю. Недолік — здатність до зміцнення й гігроскопічність	−10...+150, коротко-часно до 200	Як мастило загального призначення замість солідолів, мастила 1-13, ЯНЗ-2, ЦІАТИМ-221
Натрієве мастило УТ-1; УТ-2, 1-13; ЯНЗ-2	Готується згушенням мінеральних олив натрієвими милами. Мастила неводостійкі, але тугоплавкі	−30...+120	Для мащення деталей, що труться і працюють під навантаженням

Продовження табл. 9.2

Марка	Характеристика	Температурний діапазон, °C	Застосування
УТ-1 (Она 1/12-2) УТ-2 (Она 1/14-2)	Це жировий консталин з високою температурою плавлення. Недолік — розчинення у воді. Мاستило отримують згущенням мінеральних олив натрієвим милом касторової олії (16...20 %). В оливах міститься до 0,5 % води й до 0,2 % лугу. Мاستила універсальні, антифрикційні, тугоплавкі з дрібнозернистою або волокнистою текстурою	–10...+120 –10...+140	Для мащення вузлів, що працюють при високій температурі, великогабаритних роликів підшипників, механізмів головних фрикційних передач
Мастило 1-13 (Она Ка 3/10-2)	Це натрієво-кальцієве мастило, яке отримуюється згущенням касторової олії. За тугоплавкістю воно таке, як консталин, але більш водостійке	–30...+100	Для мащення підшипників коліс і інших вузлів
ЯНЗ-2 (Она-Ка 3/10-2)	Натрієво-кальцієве мастило на основі синтетичних смол	–30...+100	Для тих самих цілей, що й мастило 1-13
Літєві мастила (ЦИА-ТИМ, ЛИТА, ЗИМОЛ, ЛИТОЛ, ФИОЛ)	Перспективне мастило, водостійке, контактує з киплячою водою, тугоплавке (за водостійкістю близьке до солідолів, за тугоплавкістю рівноцінне консталину. Проте краще за них низькотемпературними властивостями)	–60...+120	Замість натрієвих і кальцієвих
ЦИА-ТИМ-201 (НЛи 6/9-3)	Антифрикційне, з низькою температурою замерзання літєве мастило на основі літєвої оливи, згущене літєвим милом стеаринової кислоти з присадками	–60...+90	Для мащення вузлів тертя, які працюють у заданому температурному діапазоні

Продовження табл. 9.2

Марка	Характеристика	Температурний діапазон, °С	Застосування
ЦИА-ТИМ-202 (МЛн 5/9-3)	Те саме	–50...+90	Те саме
ЦИА-ТИМ-203 (МЛн 5/10-3)	Морозостійке літєве мастило	–50...+100	Для мащення механізмів, які працюють при високих навантаженнях
ЦИА-ТИМ-205 (МЛн 6/6-3)	Морозостійке літєве мастило	–60...+60	Для зберігання від пошкодження рухомих різбових з'єднань
ЦИА-ТИМ-221 (ЖкЛн 6/15к1)	Антифрикційне мастило з низькою температурою замерзання, яке перевищує за своїми властивостями мастило ЦИАТИМ-201. Мастило має білий або світло-сірий колір	–60...+150 коротко-часно до +180	Для вузлів тертя і поверхонь типу “метал-метал” і “метал-гума”
ЛИТА (НЛн-Т 5/10-3)	Морозостійке літєве багатоцільове мастило. За своїми властивостями близьке до мастила ЦИАТИМ-221. Виготовляється на основі веретенної олії АУ шляхом згущення церезином 80. Водостійке, має низьку механічну стабільність, за корозійними властивостями краще, ніж мастило ЦИАТИМ-201	–50...+100	Для мащення різноманітних вузлів тертя машин і механізмів, всесезонно й у всіх кліматичних зонах

Продовження табл. 9.2

Марка	Характеристика	Температурний діапазон, °С	Застосування
ЗИМОЛ (НЛи 5/13-2)	Багатоцільове морозостійке мастило на літєвій основі з антизношувальними і антикорозійними присадками	-50...+130	Для мащення вузлів тертя будь-яких типів (підшипників кочення, ковзання, зубчастих передач тощо), а також машин, які експлуатуються в районах з особливо холодним кліматом
ЛИТОЛ-24 ЛИТОЛ-24рк (МЛи 4/12-3)	Антифрикційне, консерваційне водостійке. Виготовляється на основі мінеральних олій, згущене літєвими милами стеаринової кислоти з протіокисною і в'язкісною присадкою	-40...+130	Для мащення підшипників кочення й ковзання шарнірів, зубчастих передач легкових і вантажних автомобілів, тракторів, БДМ і інших машин. Можна використовувати замість солідолів, консталінів, мастила 1-13, ряду інших мастил
ФИОЛ-1 (МЛи 4/12-1)	Багатоцільове літєве мастило. За границю міцності дещо поступається мастилу ЛИТОЛ-24	-40...+100	Для вузлів легкових автомобілів
ФИОЛ (МЛи 4/12-2)	Багатоцільове літєве мастило з антифрикційною присадкою дисульфатмолібдена	-40...+120	Для октан-коректора переривача розподільника та інших механізмів при малому і середньому навантаженні
Фиол-2М (МЛи 4/12-3)	Те саме, проте краще утримується у вузлах тертя	-40...+120	Можна використовувати замість солідолів, консталінів, мастила 1-13, ЯНЗ-2, Литолу-24

Продовження табл. 9.2

Марка	Характеристика	Температурний діапазон, °С	Застосування
ЛСЦ-15 (УЛи 4/13-ц2)	Антифрикційне консервативне, водостійке мастило	−40...+40	Шарніри приводів, карбюраторів, осі педаль керування, опори карданного вала, механізмів склопідйомників та інших вузлів з мастилом, що не замінюється. Можлива заміна мастилами Литол-24 і ШРБ-4
ШРБ-4 (УкБа 4/13-2)	Комплексне бар'єве мастило, з високою температурою плавлення, водостійке, з добрими низькотемпературними властивостями, але низькою границею міцності	−40...+130	Шарніри управління передньої підвіски тяги кермового керування автомобілів ВАЗ. Можлива заміна мастилами Литол-24 або ЛСЦ-15
ШРУС-4 (УЛи 4/12-2)	Те саме	−40...+120	Для мащення шарнірів рівних кутових швидкостей легкових автомобілів з переднім приводом. Термін служби — до капітального ремонту. Можна використовувати для мащення підшипників, зщеплення, деталей карбюратора
Мастило № 158 (УЛи-Ка 3/11-2)	Спеціальне колоїдне мастило з незадовільною стабільністю	−30...+110	Для мащення підшипників хрестовин карданного вала. Може замінятися мастилом ШРУС-4 або Фиол-2 У

Закінчення табл. 9.2

Марка	Характеристика	Температурний діапазон, °C	Застосування
Фиол-2 У (УЛи 4/12-2)	Те саме		Те саме
Канатні мастила (39У, теренол)	Спеціальні мастила з домішкою кремнію й графіту		Для захисту сталевих канатів і тросів від корозії в період експлуатації й зберігання, зниження тертя в канатах
39У (КТ-Н 6/5-4)	Канатне мастило, чорного кольору, до складу якого входять нігрол (40 %), обернений нігрол (10 %), окислений пентролатум (25 %) і озокерит (25 %), а також каніфоль і графіт	–60...+50	Для запобігання корозії й зменшення тертя між окремими дротинками сталевих канатів
Торенол-55 (КТ 5/5-00)	Канатне мастило	–50...+50	Для мащення оцинкованих канатів
Тверді мастила	Мастила на основі графіту, дисульфату, молібдену й вольфраму. Забезпечують сприятливі умови зношування, мають високу теплостійкість, адгезію до металів, малочутливі до режимів роботи й впливу зовнішнього середовища	–70...380	Для мащення поверхонь деталей, зон тертя у вигляді порошку.

**Контрольні запитання
та завдання**

1. Що таке водостійкість і випаровування мастила?
2. Що таке температура плавлення і границя міцності?
3. Що таке пенетрація і клас консистенції мастила?
4. Що таке колоїдна стабільність?
5. Визначте механічну і хімічну стабільність?
6. Дайте загальну класифікацію мастил.
7. Охарактеризуйте жаростійкість і термостійкість мастил.
8. Який принцип маркування (індексації) мастил за новою системою?
9. Що таке багатоцільові мастила і яка сфера їх використання?
10. Які є тверді мастила і яка сфера їхнього використання?
11. Визначте переваги літєвих мастил.

добових коливань температури в закритих профілях машини конденсується волога. Конденсат практично не висихає через недостатню аерацію.

Атмосферну корозію істотно підсилює забруднення повітря — природне й штучне.

До джерел природного забруднення належать вивітрювання гірських порід, солончаків, ґрунту, випаровування водойм. Наприклад, у приморських районах найпоширенішим природним забруднювачем повітря є тонкодисперсний аерозоль хлориду натрію. Корозійна активність солі не пропорційна її концентрації в електроліті: різке підсилення корозії спостерігається й за малих умістів солі (до 1 %).

До джерел штучного забруднення належать викиди промислових підприємств, топок, двигунів внутрішнього згоряння тощо.

За останні десятиріччя кількість спалюваного палива зросла в 2...2,5 рази, а виробництво різних хімічних матеріалів (сірчаної кислоти, штучного волокна, добрив), у процесі якого утворюється велика кількість агресивних газів, парів та стічних вод, — у 10...15 разів.

Становище ускладнюється дедалі більшими викидами відпрацьованих (вихлопних) газів автомобілів та інших машин: до 90 % оксиду вуглецю (CO), 80 % вуглеводнів (CH), 30 % оксиду азоту (NO) потрапляють в атмосферу з вихлопними газами машин, які обладнані двигунами внутрішнього згоряння.

У промислових районах дощова вода зазвичай має кислу реакцію. З промислових забруднень повітря найшкідливішим є діоксид сірки (сірчистий газ). Навіть за його вмісту в повітрі 0,0001 % корозія металів пришвидшується. Аналогічно впливають хлор, аміак, оксиди азоту та інші газоподібні домішки в атмосфері.

Крім зазначених факторів, корозію металів спричиняють забруднення, що осідають на кузові, в елементах порожнистих конструкцій та деталях машин. Джерелами таких забруднень є пил у повітрі, бруд на дорогах та хімічні засоби боротьби з ожеледицею. Поблизу хімічних заводів і промислових підприємств пил та бруд на дорогах містять багато агресивних речовин: сульфідів, хлоридів, фосфатів, вугільного пилу та ін. Пил, проникаючи в закриті перерізи кузова, щілини та зазори, нагромаджується там, й у разі наступного зволоження утворюється корозійно-активне середовище. Бруд, який прилип до днища кузова машини, навіть у сухий період залишається вологим, що сприяє розвитку корозії.

Хімічні засоби боротьби з ожеледицею на дорогах (найчастіше це сіль) належать до причин корозії машин узимку. Загальна кількість солі, яка розкидається на дорогах, останнім часом досягає 4...5 кг на 1 м² проїзної частини. Потрапляючи разом із водою, снігом та брудом у важкодоступні елементи конструкції, сіль прискорює їх корозію.

За геометричним характером руйнувань корозія металевих поверхонь може бути суцільною й місцевою.

Суцільна корозія розвивається на великих, погано захищених поверхнях.

Місцева корозія вражає лише окремі ділянки. За видом корозійного руйнування металу розрізняють місцеву корозію:

- *плямами* (діаметр пошкодження більший за глибину);
- *виразкову* (діаметр та глибина пошкодження приблизно однакові);
- *точкову, або пітінгову* (діаметр пошкодження менший від його глибини);
- *наскрізну* (найчастіше вражає крила легкових автомобілів).

За локалізацією місцевої корозії поділяють на:

- *втомленісну* — в місцях, що зазнають одночасного впливу агресивного середовища та знакозмінного навантаження;
- *контактну* — в місцях контакту двох різнорідних металів;
- *щілинну* — у вузьких щілинах та зазорах;
- *підплівкову* — під лакофарбовими та полімерними покриттями.

За ступенем руйнування металу розрізняють косметичну, проникну та структурну корозію.

Косметична корозія (зовнішні видимі ушкодження) погіршує зовнішній вигляд машини, але не впливає на її експлуатаційні якості. Однак, якщо вчасно не вжити запобіжних заходів, косметична корозія може перейти в проникну.

Проникна корозія найчастіше розвивається у важкодоступних для візуального контролю місцях і стає помітною тоді, коли вже складно щось виправити.

Структурна корозія — це втрата первинної жорсткості та міцності несучої конструкції (в місцях кріплення силових агрегатів, в елементах жорсткості кузова, які працюють за великих знакозмінних навантажень). Утрата жорсткості кузова може спричинити його деформацію та зміщення закріплених на ньому вузлів, що викликає подальшу експлуатацію машини.

Під час конструювання машин, насамперед автомобілів, крім додержання таких вимог, як мінімальна власна маса за високої конструкційної жорсткості, необхідно передбачати ефективний антикорозійний захист.

Переважна більшість деталей і вузлів автомобілів (і тим паче інших машин) виготовляється з некорозійностійких сталей із нанесенням на них тих чи інших захисних покриттів (лакофарбових, мастил), а під час експлуатації машин вони мають відновлюватися.

● **Методи захисту машин у процесі зберігання й експлуатації.** *Зберігання машин* — це сукупність заходів, спрямованих на підтримання їхніх працездатності й справності під час перерв у роботі. Зберігання машин може бути *міжзмінним*, *короткочасним* (до 2 міс) та *тривалим* (понад 2 міс). Для тривалого зберігання машина підлягає консервації.

Консервація машин — це сукупність технічних заходів захисту їх від корозії.

Технологічний процес консервації машини передбачає:

- транспортування до місця очищення й миття;
- зовнішнє очищення й миття;
- доставку до місця зберігання або консервації;
- заміну оливи і мастил;
- зняття деяких складальних одиниць і деталей;
- нанесення захисних покриттів і герметиків;
- установлення на підставки;
- спеціальну обробку й розміщення знятих складальних одиниць, які потребують окремого зберігання.

Основні експлуатаційні вимоги до консерваційних матеріалів:

- захист поверхонь металів від проникнення агресивних речовин і вологи;
- збереження захисних властивостей у різному діапазоні температур;
- збереження фізико-хімічних і захисних властивостей у разі тривалого зберігання машин;
- можливість технологічного нанесення консерваційного матеріалу різними методами;
- недефіцитність та економічність.

Методи консервації різних поверхонь машин наведено нижче.

Характеристика поверхонь машин	Рекомендовані методи консервації
Зовнішні пофарбовані металеві поверхні машин, які зберігаються на відкритих стоянках	Нанесення захисних мікровоскових сумішей
Зовнішні непофарбовані металеві поверхні машин, які зберігаються: на відкритих стоянках	Нанесення мікровоскових речовин і мастил
під навісом і в приміщеннях	Нанесення рідинних олиव
Зовнішні поверхні машин (поверхні кожухів, бункерів тощо)	Нанесення рідких інгібованих мастил із присадками з наступною герметизацією щілин і зазорів
Точно оброблені поверхні, які працюють у контакті з оливами, паливом (підшипники, вали, паливна апаратура)	Те саме
Запасні частини, інструмент тощо	Нанесення захисних воскових сумішей, рідких інгібованих і пластичних мастил. Уміщення деталі в клейончастий чохол чи обгортання інгібованим папером або нанесення полімерних матеріалів
Гумотекстильні вироби (шини, реміні, рукави тощо)	Нанесення мікровоскових речовин або світлозахисних покриттів

§ 10.2 Рідкі консерваційні матеріали

Рідкі консерваційні матеріали (оливи) утворюють на поверхні металів адсорбовані плівки, які захищають метал від корозії. До їхнього складу входять інгібітори, адгезійні та гідрофобні інгредієнти. Основу рідких консерваційних матеріалів становлять мінеральні нафтові оливи.

Нанесення на поверхню виробу оливи, мастик та інших складних сполук на нафтовій основі — найдоступніший і найпростіший спосіб захисту його від корозії. При цьому поверхня металів, як і інших матеріалів, набуває гідрофобності, тобто водовідштовхувальної здатності.

Захисні властивості плівок нафтопродуктів зумовлені двома основними факторами: механічною ізоляцією поверхні металів від атмосферного впливу та гальмуванням електрохімічних процесів корозії на поверхні металу.

Здатність плівки нафтопродукту механічно ізолювати поверхню металу від зовнішнього середовища визначається фізико-хімічними властивостями плівки, які, своєю чергою, залежать від властивостей нафтопродукту й наявності в ньому гідрофобних домішок і наповнювачів.

Для гальмування електрохімічних процесів корозії на поверхні металу в нафтопродукти вводять спеціальні присадки — *інгібітори корозії*. Нанесений на поверхню металевого виробу інгібований нафтопродукт витискає з поверхні воду, й утворюється агресивний електроліт. Відбувається хімічна взаємодія молекул інгібітора з металом з утворенням на поверхні хемосорбційних сполук, міцно зв'язаних із металом. Захисний ефект хімічних сорбентів зберігається навіть після фізичного видалення плівки нафтопродукту.

Основу рідких консерваційних матеріалів (табл. 10.1) становлять мінеральні нафтові оливи.

Таблиця 10.1

**Склад та основні фізичні властивості
інгібованих рідких консерваційних матеріалів**

Марка матеріалу	Компоненти	Кінематична в'язкість, мм ² /с, за 100 °С	Вміст механічних домішок, %, не більше
К-17, К-17Н	Суміш трансформаторної або індустріальної оливи И-12 та авіаційної оливи МС-20, окиснений петролатум з умістом оксикислот ≤16 %, гідрат оксиду літію, синтетичний каучук СК-45 та присадка	15...22	0,07

Закінчення табл. 10.1

Марка матеріалу	Компоненти	Кінематична в'язкість, мм ² /с, за 100 °С	Вміст механічних домішок, %, не більше
НГ-203А	Оливний розчин сульфату кальцію, окисненого петролатуму	20...25	0,02...0,04
НГ-203Б	Суміш НГ-203А та індустріальної оливи И-12 у пропорції 1:1, але меншої в'язкості, ніж НГ-203А	10...15	0,02...0,04
НГ-203В	Суміш НГ-203А й трансформаторної оливи в пропорції 1:1	25...33	0,02...0,04
НГ-204, НГ-204У	Нітрована олива з температурою застигання 20 °С, окиснений петролатум, парафін, синтетичні жирні кислоти, алюмінієвий галун	15...35	0,1
НГ-210	Суміш дизельної оливи М-12-В ₂ та авіаційної оливи МС-20 з присадками — протизношувальними, протипінними, в'язкісними, інгібіторами корозії, антиоксидантами	118...126 за 50 °С	0,1
НГ-213	Суміш етилкарбітолу й рицинової олії з присадками — інгібіторами корозії (ріди-на для консервації деталей гальмової системи й зчеплення)	12...19	0,1
Предокол	Суміш додецилбензолу, низькомолекулярного поліізобутелену, натуральної оліфи, оливорозчинного сульфату з інгібіторами корозії	8	0,1

§ 10.3 Консерваційні мастила

Механізм захисної дії мастил полягає у створенні на металевій поверхні товстого непроникного для зовнішнього середовища шару.

Ізоляційні властивості мастила залежать від товщини його шару, а також вологопроникності. Вологопроникність неінгібованих вуглеводневих мастил визначається їхніми набухливістю й проникністю електролітів і парів води до поверхні мастила мікрокапілярами й тріщинами в шарі мастила. Механізм проникності мильних мастил ускладнюється взаємодією шару мастила з водою. Так, мастила на основі натрієвих мил надто гігроскопічні й можуть вбирати й пропускати воду в більших кількостях, ніж потрібно для вільного перебігу корозійного процесу. Найменшою водопроникністю характеризуються свинцево-алюмінієві мастила.

Таблиця 10.2

Склад та основні фізичні властивості
консерваційних мастил

Марка мастила	Компоненти	Температура, °C			
		крапле- падіння	сповзання	застигання	працездат- ності
Вуглеводневе ПВК (гарматне)	Петролатум, циліндрова олива, церезин, присадки	52	48	-10	-50...+45
Вазелін технічний ВТВ-1 (ЗТ-ПМ4/10-4)	Петролатум, індустріальна олива	54	30	-10	-40...+30
ГОИ-54п (НТ 4/5-3)	Приборна олива, загущена церезином, із присадками — інгібіторами корозії	60	50	-10	-20...+50
ПП-95/5	Петролатум, парафін, їдкий натр	42	40	-10	-50...+45

Закінчення табл. 10.2

Марка мастила	Компоненти	Температура, °C			
		крапле- падіння	сповзання	застигання	працездат- ності
АМС-3	Олеостеарат алюмінію, олива ВАПОР	95	86	—	>0
ОКБ-122-7 (ПЛи-Т 3/10нф1)	Етилполісиліконова рідина, олива МС-14, церезин, стеарат літію	160	31	—	-70...+120
Вуглеводново- мильна ЗЭС (ЗТ-Ал 4/10-4)	Петролатум, циліндрова олива, інгібітор корозії	105	80	-10	-50...+100
ЗЗК-3	Алюмінієве мило синтетичних жирних кислот, церезин, петролатум, синтетич- ний каучук СК-45, олива ВАПОР	70	60...70	—	-50...+60
МС-70	Стеарат алюмінію, стеарат барію, церезин-80, поліізобу- тилен, олива МВП	72	—	—	-40...+50

Введення інгібіторів корозії в мастила, крім гальмування електрохімічних процесів корозії на поверхні металу, може модифікувати структуру мастил, роблячи її більш дрібнозернистою. Зерна багаторазово перекривають одне одного, вільні простори між частинками зменшуються, що знижує вологопроникність мастила. Такі мастила дістали назву *захисних* (табл. 10.2). У технічній літературі немає даних, які прямо свідчили б про здатність мастил захищати метали від атмосферної корозії. Виняток становлять спеціальні консерваційні мастила. Про захисні властивості мастил можна судити за типом загусника, наявністю спеціальних приса-

док — інгібіторів корозії та водостійкістю. Як правило, спеціальні присадки — інгібітори корозії вводяться тільки в консерваційні мастила, що в поєднанні з вуглеводневими загусниками й зумовлює їхні високі захисні властивості.

§ 10.4 Плівкотвірні сполуки

Плівкотвірні універсальні складні сполуки являють собою композиції плівкотвірних компонентів, оливорозчинних інгібіторів корозії та розчинників. Їх можна наносити на важкодоступні й внутрішні поверхні виробів у вигляді тонкої (20...100 мкм) плівки. При цьому забезпечується надійний тривалий захист від корозії на рівні консерваційних мастил.

Як плівкотвірні компоненти можна використовувати тверді вуглеводні (парафін, церезин, петролатум, віск) або продукти їх окиснення, бітуми, поліізобутилен, смоли, каніфоль та інші загусники.

Плівкотвірні сполуки формують структуру плівки на поверхні металу й забезпечують її еластичність, гідрофобність та стійкість до атмосферної дії.

Полімерні загусники збільшують міцність плівки й адгезію до поверхні металу

Мильні загусники надають продукту тискотропних властивостей (здатності відновлювати в ізотермічних умовах свою структуру, зруйновану механічною дією). Завдяки здатності тискотропних продуктів втрачати й відновлювати свою високов'язку структуру вони легко наносяться розпилюванням і не стікають із вертикальних поверхонь.

Оливорозчинні інгібітори корозії, що входять до плівкотвірних нафтових сполук, мають добре сумішатися з їхніми компонентами, зберігаючи при цьому антикорозійну ефективність.

Як розчинники при виготовленні плівкотвірних сполук найчастіше застосовуються уайт-спірит, іноді трихлоретилен (він вогнебезпечніший).

До плівкотвірних універсальних сполук належать: НГ-216 (А, Б, В); НГ-222; НГМ-МЛ; «Оремін», «Мольвін МЛ; «Мовіль», «Мовіль-1», «Мовіль-2»; автоконсервант кузова; полікон; ПЭВ-74; «Петронол ОУ».

Захисна сполука «Мольвін МЛ» виготовляється із загусників, полімерів, наповнювачів, інгібіторів корозії та розчинника — уайт-спіриту.

«Мовіль» виготовляється із церизину, окисненого петролатуму, оліфи, інгібіторів корозії та розчинника — уайт-спіриту. *«Мовіль»* малотоксичний. Крім того, виробляються *«Мовіль-1»* і *«Мовіль-2»*. *«Мовіль-1»* виробляється з полімерних смол із додаванням пластифікаторів, інгібіторів корозії та розчинника — уайт-спіриту й ізопропілового спирту, а *«Мовіль-2»* з полімерних смол, церезину, петролатуму, індустріальної оливи, інгібіторів корозії та розчинника — уайт-спіриту. Однак вони вогнебезпечні й можуть утворювати вибухонебезпечні суміші з повітрям.

Автоконсервант кузова — водна емульсія воску, парафіну, ланоліну з додаванням емульгаторів і розчинника — уайт-спіриту. Він не токсичний, але вогнебезпечний.

ПЭВ-74 — захисна воскова сполука (суспензія воску в бензині). Вона малотоксична, належить до легкозаймистих речовин, із повітрям може утворювати вибухонебезпечні суміші.

«Петронол ОУ» — захисна суміш, виготовлена з петролатуму, смоли, октофору, церезину, індустріальної оливи й розчинника — уайт-спіриту. Він малотоксичний, але вогнебезпечний.

Усі плівкотвірні нафтові сполуки наносять на захищувані поверхні повітряним або безповітряним розпилюванням чи щіткою.

Нетискотропні речовини наносять на захищувані поверхні занурюванням деталей при розведенні нафтопродуктів до потрібної в'язкості. Ефективний захист металів нафтовими сполуками досягається, якщо поверхня була чистою й сухою без видимих продуктів корозії.

Сполуки НГ-216А, НГ-216Б, НГ-216В виготовляються з бітуму, церезину, органічних кислот та їхніх солей, інгібіторів корозії та розчинників (уайт-спіриту, бензину «колоша», трихлоретилену) й різняться вмістом розчинника. Продукти НГ-216 марок А і Б токсичні, вогнебезпечні, можуть утворювати вибухонебезпечні суміші з повітрям. НГ-216В — вогнебезпечна, але токсична речовина.

Плівкотвірна нафтова сполука НГ-222 виробляється двох марок — А і Б з полімерними, плівкотвірними, модифікувальними добавками, інгібіторами корозії та розчинниками — уайт-спіритом і ксилолом. Марка А відрізняється від Б меншим вмістом розчинників. Вони токсичні, вогнебезпечні, можуть утворювати вибухонебезпечні суміші з повітрям.

Захисні мастильні матеріали НГМ-МЛ і оремін виготовляються з воску, поліізобутилену, стеарату літію, інгібіторів корозії та розчин-

ника — уайт-спіриту. Вони малотоксичні, вогнєнебезпечні, можуть утворювати вибухонебезпечні суміші з повітрям. НГМ-МЛ містить більше активних речовин.

§ 10.5 Матеріали для захисту кузовів легкових автомобілів

У процесі виготовлення й ремонту автомобілів кузови й кабіни обробляють спеціальними мастиками та герметиками (табл. 10.3). Захист від корозії при цьому досягається за рахунок ущільнення щілин і зазорів, обробки ділянок кузова, які зазнають абразивно-механічних дій, додаткового захисту гострих країв, дверей, капотів, водостічних жолобів та інших елементів кузова.

Таблиця 10.3

**Матеріали для ущільнення та ізоляції,
що використовуються в процесі виготовлення
й ремонту кузовів легкових автомобілів**

Матеріал	Характеристика	Призначення	Спосіб нанесення
Мастика протишумна бітумна БМП-1	Суміш розчину бітуму в органічних розчинниках і наповнювачів з добавками — алкідною смолою та пластифікаторами	Антикорозійний і протишумний захист днища кузова	Пневмо-безповітряним розпилюванням, пензлем на заґрунтовану поверхню
Пластизол Д-11А	Дисперсія полівінілхлориду в пластифікаторі з добавками — стабілізатором і наповнювачем	Те саме	Безповітряним розпилюванням, пензлем на заґрунтовану поверхню
Пластизол Д-4А	Те саме	Зовнішня герметизація зварних швів і фланцевих з'єднань після ґрунтування кузова	За допомогою насоса, пензлем на заґрунтовану поверхню

Закінчення табл. 10.3

Матеріал	Характеристика	Призначення	Спосіб нанесення
Мастика ущільнювальна	Суміш полімеризованої лляної олії та наповнювача	Внутрішня герметизація швів кузова, утворених точковим зварюванням	За допомогою насоса, пензлем на деталі (поверхні) перед зафланцюванням
Клей епоксидний однокомпонентний УП-5-207	Суміш епоксидних смол, отверджувачів і наповнювачів	Склеювання зовнішніх та внутрішніх панелей дверей, капотів, кришок багажника за периметральним зафланцюванням	За допомогою насоса, пензлем

У процесі експлуатації машин виникає необхідність у відновленні заводського покриття нижніх зовнішніх частин кузова — днища, арок коліс, лонжеронів, поперечок, порогів. Для цього застосовують *мастику БМП-1*, яка виготовляється на основі органічних розчинників і висихає на повітрі за температури 20 °С протягом 24 год. Для цього ж застосовуються інші мастики, що називаються антикорами (автоантикорами).

Автоантикори (табл. 10.4) — це композиції на основі бітумів, наповнювачів, пластифікаторів та органічних розчинників або епоксидних смол. Їх наносять в 2—4 шари (сумарна товщина — 0,7... 1,2 мм) з міжшаровим сушінням на повітрі.

Для відновлення антикорозійних покриттів днища кузова, а також для додаткового нанесення на заводські покриття використовують, наприклад, бітумно-каучуковий автоантикор «Битукас».

Перед нанесенням антикора механічно очищають поверхню від бруду, пошкодженого старого покриття, іржі, а потім знежирюють її. Добре розмішений антикор наносять на поверхню пензлем або розпилювачем. У разі загушення антикора або нанесення розпилювачем його розводять до необхідної в'язкості розчинниками типу № 651, РС-2 або бензином.

Автопрепарати типу «Автоантикор-2» бітумний для днища містять нафтові бітуми, фенолформальдегідні смоли, азбест, толуол тощо.

Автоантикори для днища гумобітумні містять також гумову кришку. Вони характеризуються доброю адгезією до поверхні.

Таблиця 10.4

Автоантикори для захисту днища автомобілів

Матеріал	Компоненти	Розчинники для розведення	Тривалість сушіння на повітрі, год, за температури 20 °С	
			проміжних шарів	покриття в цілому
Автоантикор бітумно-каучуковий «Битукас»	Бітуми (45...47 %), ксилол (20 %), уайт-спірит (10 %), добавки — каучук, інгібітори, алюмінієва пудра	№ 651, РС-2, сольвент, толуол, уайт-спірит	3	24
Автопрепарат для захисту днища «Антикорозин»	Бітуми (42 %), ксилол (11...12 %), уайт-спірит (23...24 %). Добавки — каучуки, інгібітори, каролін, аеросил	Сольвент, толуол, РС-2, уайт-спірит	4	24
«Автоантикор-2» бітумний для днища	Бітуми (14...15 %), компонент мастики «Кукерсоль» (57...58 %), парафін (9...10 %), сольвент (9...10 %), гумова кришка (9...10 %)	Сольвент, № 651, РС-2, толуол, уайт-спірит	5	48
Мастика сланцева автомобільна МСА-3	Бітуми (15...16 %), компонент мастики «Кукерсоль» (61...62 %), парафін (7...8 %), гумова кришка (15...16 %)	Сольвент, № 651, уайт-спірит, толуол	5	48
Мастика бітумна антикорозійна	Бітуми (20 %), азбест (26 %), ксилол (20 %), уайт-спірит (13...14 %), добавки — тальк, ляна олія	РС-2, сольвент, толуол, уайт-спірит	6	18
Автоантикор гумово-бітумний для днища	Бітуми (26 %), бензин БР (58 %), добавки — гумова кришка, каніфоль, азбест	Уайт-спірит, БР, сольвент, толуол	7	24

Закінчення табл. 10.4

Матеріал	Компоненти	Розчинники для розведення	Тривалість сушіння на повітрі, год, за температури 20 °С	
			проміжних шарів	покриття в цілому
Мастика автомобільна антикорозійна БИТЭП	Бітуми (43...44 %), смола епоксидна ЭД-20 (10...11 %), толуол (21...22 %), ацетон (9 %), гумова кришка (12 %), добавка — пластифікатор	№ 646, 648	4	24
Автоантикор епоксидно-каучуковий для днища	Смола епоксидна ЭД-20 (8...10 %), гумова кришка (10 %), каучук (1...2 %), спирт ізопропіловий (27 %), толуол (22 %), ацетон (7 %), цемент (10 %), добавки — пудра алюмінієва, смола фенолформальдегідна	№ 646, 648	1,5	24

Усі ці засоби наносяться залежно від їх виду в 2—4 шари з міжшаровим сушінням протягом 3...6 год за температури 15...25 °С і сушінням останнього шару протягом 18...48 год. Товщина покриття — 0,4...1 мм; витрата — 0,5...1,5 кг/м² залежно від способу нанесення.

Для відновлення антикорозійного покриття днища кузова й додаткового нанесення на заводські покриття застосовуються також *мастики*, наприклад автомастику гумобітумну антикорозійну «Еластокор». Поверхню механічно очищають від бруду, пошкодженого старого покриття, іржі й знежирюють розчинником. Добре перемішують мастику, наносять пензлем або розпилювачем у три шари (для додаткового захисту потрібно 1—2 шари) з міжшаровим сушінням протягом 3 год і сушінням останнього шару протягом 24 год. Товщина одного шару — 0,35...0,40 мм; витрата — 0,4...0,5 кг/м². У разі загущення мастики або нанесення розпилювачем її розводять до потрібної в'язкості розчинниками № 651, РС-2 або бензином. Мастику, що потрапила на лакофарбове покриття, необхідно швидко видалити автоочисником бітумних плям.

Якісне нанесення захисних покриттів на поверхні досягається за температури повітря, не нижчій від $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ і відносної вологості до 70 %. За несприятливих умов консервацію слід проводити в приміщеннях.

§ 10.6 Захисні фарбові засоби

У процесі експлуатації автомобілів і будівельно-дорожніх машин на їхніх пофарбованих деталях, особливо у важкодоступних для огляду й антикорозійного захисту місцях, виникають різноманітні осередки корозії (за статистикою, після трьох років експлуатації автомобіля на його металевих деталях утворюється понад 100 таких осередків). Найсильніше пошкоджуються днище, крила, внутрішні поверхні порогів, лонжеронів, корпусів дверей. Осередки корозії виникають у місцях подряпин, дефектів і пошкоджень лакофарбового покриття, на деталях двигуна, хромованих деталях кузова та ін.

Для фарбування паливних баків, радіаторів, корпусів повітряних і оливних фільтрів, а також дрібних металевих деталей використовується «*Автоемаль чорна*» (на основі емалі ПФ-223) в аерозольній упаковці. Перед фарбуванням поверхню деталі очищають і знежирюють. Балон енергійно струшують (після початку стукну кульок — іще протягом 2 хв). Емаль наносять тонким рівномірним шаром за температури балона, не нижчій від $15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Час висихання за температури $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ — 24 год, за $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ — 2 год.

Після використання балона його потрібно перевернути й натискати на головку до припинення виходу емалі (3—4 рази). Якщо головка засмітилась, її слід зняти й прочистити отвір голкою.

Для фарбування двигунів, а також колісних дисків застосовується «*Фарба алюмінієва*» в аерозольній упаковці. Поверхню очищають від пилу й бруду, а ділянки, які не підлягають обробці, ізолюють (змащують вазеліном або вкривають папером). Балон підігрівають на водяній бані до температури $25\ldots 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ і струшують протягом 3 хв після появи стукну кульок.

Розпилюють фарбу за температури повітря, не нижчій від $15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Фарбу наносять тонким шаром 1—2 рази з проміжним сушінням

протягом 10 хв. За температури 16...25 °С фарба висихає протягом 6 год.

Для дрібного ремонту, відновлення окремих дефектних місць лакофарбового покриття металевих поверхонь (подряпин, тріщин, вибоїв) застосовують *грунтовки й нітроемалі* різних кольорів і відтінків (залежно від кольору лакофарбового покриття автомобіля) в аерозольній упаковці.

§ 10.7 Матеріали для зберігання машин

Характеристику цих матеріалів на-
ведено в табл. 10.5.

Таблиця 10.5

**Рекомендовані матеріали для
зберігання автомобілів і будівельно-дорожніх машин**

Матеріали	Призначення	Тривалість захисту за зберігання		Рекомендований спосіб нанесення (приготування)
		відкри- того	закри- того	
Мікрровоскові суміші: на водній основі ЗВВ-13	Зовнішня консервація пофарбованих металевих поверхонь та гумотехнічних виробів	До 12 міс	—	Розпилюванням або занурюванням
на орга- нічній основі	Зовнішня консервація пофарбованих і непофарбованих металевих поверхонь	6 міс	12 міс	Те саме
Мастило ПВК	Зовнішня консервація металевих поверхонь	До 1,5 року	—	Розпилюванням або занурюванням у розчин за температури 80...90 °С. У розчин можна

Продовження табл. 10.5

Матеріали	Призначення	Тривалість захисту за зберігання		Рекомендований спосіб нанесення (приготування)
		відкритого	закритого	
				додати моторну або веретенну оливу в пропорції 1:1 або 1:2
Олива К-17	Те саме	—	До 1,5 року	Розпилюванням або пензлем
Оливи: НГ-203А НГ-203Б	» Внутрішня консервація металевих поверхонь	— —	Те саме »	Те саме »
Солідол С або Ж	Зовнішня консервація металевих поверхонь і заповнення точок мащення	До 6 міс	До 12 міс	Щіткою, тампоном і солідолонагнітальником
Папір інгібований (марок УНІ-35-89, УНІ-22-80, УНІ-35, УНІ-22-80) з полістеленовим покриттям	Консервація окремих складальних одиниць і деталей у разі закритого зберігання або впакованими в тару	—	1,5 року	Обгортанням
Інгібований розчин холодного фосфатування ІРХФ № 444	Обробка поверхні деталі з вуглецевої сталі та низьколегированої сталі перед фарбуванням	—	—	Розпилюванням, щіткою або занурюванням
Перетворювач іржі П-1Т	Обробка металевих поверхонь перед фарбуванням	—	—	Те саме

Закінчення табл. 10.5

Матеріали	Призначення	Тривалість захисту за зберігання		Рекомендований спосіб нанесення (приготування)
		відкритого	закритого	
Грунт-перетворювач іржі ВА-0112 або ВА-01 ГИСИ	Обробка металевих поверхонь перед фарбуванням	—	—	»
Стрічка клеюча полімерна	Заклеювання технологічних отворів	—	—	Наклеюванням
Суміш алюмінієвої пудри зі світлим оливним лаком або алюмінієвої пасти з уайт-спіритом у пропорції 1:4 або 1:5	Захист від світлових впливів пневматичних шин та інших гумотехнічних виробів у разі відкритого зберігання	До 1,5 року	—	Розпилюванням, щіткою
Дрібнозерниста суміш крейди (75 % за масою), каолінового клею (20 %), гашеного вапна (4,5 %), кальцинованої соди (до 0,25 %) і фенолу (0,25 %)	Те саме	До 4 міс	—	1 кг суміші розводять 2,5 л теплої води й наносять щіткою



**Контрольні запитання
та завдання**

1. Що таке корозія і як її класифікують?
2. Назвіть основні причини корозії.
3. В чому полягає технологічний процес консервації машин?
4. Які властивості рідких консерваційних матеріалів?
5. У чому полягає механізм захисної дії консерваційних мастил?
6. Які плівкотвірні сполуки застосовуються й яке їхнє призначення?
7. Які матеріали застосовуються для захисту кузова?
8. Які матеріали існують для захисту днища автомобіля?
9. Для чого застосовуються захисні фарбові засоби?
10. Які є матеріали для зберігання машин?

Глава 11

ВТРАТИ ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ПІД ЧАС ЇХ ВИКОРИСТАННЯ

§ 11.1

Зміни якості нафтопродуктів у процесі зберігання,
заправлення й застосування

Усі паливно-мастильні матеріали (ПММ) ще до використання в машині проходять низку технологічних операцій: перекачуються трубопроводами, транспортуються, зберігаються тощо. При цьому втрата їх неминуча.

Втрати ПММ під час зберігання й транспортування поділяються на три види: кількісні, якісні та кількісно-якісні.

Кількісні втрати ПММ відбуваються в разі витоків, розливання, несправності роздавального обладнання тощо.

Якісні втрати ПММ пов'язані із забрудненням, обводненням, окисненням, а також зміною фізико-хімічних властивостей за тривалого зберігання.

Кількісно-якісні втрати спричинені випаровуванням ПММ, унаслідок чого зменшується кількість нафтопродуктів і змінюється їхня якість.

До факторів, які впливають на зміну якості ПММ, належать:

- *хімічний склад* — умість насичених і ненасичених вуглеводнів (ароматичних, парафінових, нафтонових тощо), гетерогенних речовин (сірчистих, азотистих, кисневих, смол і металоорганічних сполук);
- *зовнішні умови* — температура, час, тиск, радіація, присутність мікроорганізмів, співвідношення газової та рідинної фаз, концентрація кисню, вологість, забрудненість довкілля, навантаження й режим роботи машин, кваліфікація машиніста (водія);
- *концентрація й матеріали технічних засобів* — якість і стан поверхонь до й після обкатки, конструктивні особливості дви-

Таблиця 11.2

**Вплив умісту сірки в паливі
на утворення відкладень**

Паливо	Коксове число відпрацьованої оливи, %	Відкладення, г		
		на фільтрах		на поршні
		грубої очистки	тонкої очистки	
З масовою часткою сірки, %:				
0,2	0,8	58	700	5,4
0,58	1,4	54	870	12,4
0,89	1,9	110	990	181

Моторні оливи й спеціальні рідини характеризуються досить високою стабільністю, тому істотних хімічних змін у разі тривалого зберігання в них не відбувається.

Швидкість хімічних змін ПММ залежить від температури нафтопродуктів, каталітичної дії кольорових металів, ступеня заповнення резервуарів тощо.

Термін служби двигунів внутрішнього згорання в разі використання неякісних палив зменшується (табл. 11.3).

Таблиця 11.3

**Термін служби двигунів внутрішнього згорання
в разі використання неякісних палив
(середні дані), %**

Паливо	Двигун	
	дизельний швидкохідний	бензиновий
Стандартне	100	100
З початком кипіння на 30 % вищим за нормальний	42	60
З умістом смол в 2...3 рази більшим за нормальний	58	83

§ 11.2

Вплив умісту води
в паливно-мастильних матеріалах на їхню якість

Уміст води в ПММ (крім мастил) не допускається. Однак на практиці в разі недбалого зберігання потрапляння води можливе.

Причини обводнення ПММ:

- надходження в бак під час заправлення;
- порушення герметичності системи охолодження;
- конденсація парів у місткостях і баках машин з атмосферного повітря;
- конденсація парів із відпрацьованих газів, які потрапляють у картер двигуна.

Вода може нагромаджуватися в баці машини. Її тим більше, чим менше в місткості палива. Це пояснюється тим, що бак заповнений повітрям, в якому завжди є пари води. *Чим більша вологість повітря, тим швидше нагромаджується вода в паливі.* Вода, яка потрапила в паливо, підвищує корозійний знос металів і сплавів паливної апаратури, системи мащення, резервуарів, баків тощо. Вода разом із смолистими речовинами та органічними кислотами утворює розсипчасті осади, які погіршують експлуатаційні властивості палива, особливо його фільтрівність.

В холодну пору року вода кристалізується, тверді частинки льоду забивають фільтри й паливну апаратуру. Особливо небезпечне потрапляння води в моторну оливу, за взаємодії яких утворюються осади, що випадають на дно місткості.

Експлуатаційні властивості обводнених олив різко погіршуються (табл. 11.4, 11.5). За порівняно невеликої кількості води (0,1...0,2 %) протягом кількох днів зберігання може розкластися більш як половина присадок. Тому *потрапляння води в моторну оливу недопустиме.*

Як впливає обводнення свіжої оливи М-10 В₂ на спрацювання деталей двигуна показано нижче.

Масова частка води в оливі, %	Відносна швидкість спрацювання пари «кільце—втулка»
0	100
0,4...0,5	138

гунів, гідравлічної і пневматичної систем, механічних систем машин, трубопроводів, резервуарів, фільтрів тощо.

Процеси зміни якості ПММ поділяються на *фізичні* (випаровування, забруднення механічними домішками й водою, змішування з іншими нафтопродуктами, випадання в осад смолистих та інших речовин) та *хімічні* (окиснення, полімеризація, корозія, конденсація тощо).

Про погіршення якості ПММ свідчать такі показники:

- зменшення октанового й центанового чисел;
- підвищення температури випаровування різних фракцій палива;
- видалення гетерогенної рідкої і твердої фаз;
- забрудненість;
- обводнення;
- зміна хімічного складу й фізичних властивостей;
- збільшення кислотності палива;
- зменшення в'язкості оливи;
- підвищений уміст смол і збільшення осадів;
- нагромадження продуктів корозії.

Таким чином, на етапах транспортування, зберігання, видавання, заправлення ПММ та під час експлуатації машини відбувається зміна їхніх властивостей, що зазвичай призводить до погіршення експлуатаційних показників машини.

Більшість нафтопродуктів, які випускаються нашою промисловістю, мають високу хімічну стабільність. Моторні палива, мастила й оливи за умов правильного зберігання не втрачають своїх експлуатаційних властивостей у межах допуску протягом кількох років (палива — до 5 років, мастила — до 10 років).

Стандартами на нафтопродукти передбачено запас якості за показниками, які найсильніше змінюються під час зберігання й впливають на працездатність, безвідмовність і довговічність двигунів. Запас за цими показниками та швидкість їх зміни й визначають термін зберігання ПММ.

Хімічні зміни ПММ відбуваються з різних причин. При цьому знижується октанове число, нагромаджуються фактичні смоли, підвищується кислотність і т. д. У разі тривалого зберігання бензинів їхнє октанове число знижується на 1—2 одиниці (допускається — на одну).

1,5...2	146
3...3,5	187
6...10	440...450

Моторні оливи слід заливати тільки в суху, чисту тару з пробками, що щільно загвинчуються, та зі справними прокладками. Під час експлуатації машин необхідно своєчасно зливати відстой із резервуарів паливосховищ і паливної системи машин.

Таблиця 11.4

Зміна лужного числа обводнених олив

Група моторних олив	Загальне лужне число свіжої оливи перед випробуванням, мг КОН на 1 г оливи	Зниження загального лужного числа оливи після випробування на обводненість, %	
		свіжої	відпрацьованої
А	20,1	9,7	33,0
Б	26,0	6,9	36,5
В	22,5	2,2	71,3
Г	33,6	2,4	68,8
Д	36,6	10,9	71,6

Таблиця 11.5

Вплив обводнення моторних олив на їхні експлуатаційні властивості

Показник	М-20Г		М-12В	
	Без води	З водою	Без води	З водою
Знос втулки циліндра, мкм	1,78	3	1,02	1,09
Знос поршневих кілець, г	0,1697	0,5302	0,0856	0,2014
Сумарний знос вкладишів, г	0,0136	0,0236	0,0299	0,171
Нагаро- й лакоутворення, бали	1,6	2,3	2,3	2,6
Маса відкладень на фільтрах, г	25,0	180,0	65,0	315,0
Лужне число оливи, мг КОН на 1 г оливи	8,1	5,1	2,2	1,0

§ 11.3

Вплив забруднення
паливно-мастильних матеріалів на їхню якість

Якість ПММ погіршують механічні домішки, які потрапляють у них унаслідок:

- заливання в брудну тару;
- використання несправних шлангів;
- зберігання в погано закритих резервуарах;
- заливання відкритим струменем.

Істотне значення мають склад, розмір і кількість механічних домішок. Як правило, домішки на третину складаються з кремнію, що вноситься з пилом, і ще на третину — із заліза, яке потрапляє з продуктами корозії. Вміст решти домішок змінюється залежно від пори року та умов експлуатації машин (табл. 11.6—11.12).

Улітку забрудненість палива зазвичай значно вища, ніж узимку.

На місці виробництва механічних домішок немає, а на місці використання їх може виявитися досить багато. Більшість забруднювачів уловлюються фільтрами грубої та тонкої очистки палива й оливи, а деяка кількість проникає в ЦПГ і спричиняє спрацювання деталей.

Особливостями системи двигунів зумовлені різні вимоги до чистоти палива. На дизельних паливах не допускається вміст частинок розміром понад 5...8 мкм, а в бензинах — понад 10...15 мкм. Слід пам'ятати, що бензин має меншу в'язкість, ніж дизельне паливо, тому в ньому механічні домішки осідають через 2...3 год, а в дизельному паливі (90 % домішок) влітку — тільки через 10 діб. Ось чому дизельне паливо для заправляння треба брати з найчистіших верхніх шарів. Для цього резервуари з дизельним паливом обладнуються плаваючими паливоприймачами.

Як забруднення дизельного палива впливає на термін служби плунжерної пари дизеля, показано нижче.

Забрудненість палива	Відносний термін служби, %
Дизельне паливо до фільтрації	100
Те саме після фільтрації крізь фільтр з тонкістю фільтрації, мкм:	
24	130
19	180
13	350
5...7	850

Фізико-хімічні показники якості нафтопродуктів найнестабільніші.

Найбільше змінюються під час зберігання такі показники якості нафтопродуктів:

Нафтопродукти	Показники
Етилований бензин	Фракційний склад, уміст ТЕС, смол, період стабільності, кислотність
Неетилований бензин	Фракційний склад, уміст смол, кислотність
Дизельне паливо	Кислотність, уміст смол
Автомобільні дизельні оливи	Кислотність
Мастила	Пенетрація, температура краплепадання, кислотне число, вміст води
Спиртогліцеринава рідина	Уміст спирту, води, гліцерину

Зміну показників якості різних нафтопродуктів з умістом смол ілюструє табл. 11.1, а вплив умісту сірки в паливі на утворення відкладень — табл. 11.2.

Таблиця 11.1

Зміна фізико-хімічних показників якості нафтопродуктів за тривалого зберігання

Нафтопродукти	Показник якості	Середнє значення зміни за рік зберігання
Автомобільні бензини	Концентрація фактичних смол	0,2 мг/100 мл
Дизельне паливо	Те саме Кислотність	2,6 мг/100 мл 0,008 мг КОН/100 мл

Чим менший уміст смол у бензині, тим більший ресурс двигуна до ремонту й списання. Збільшення кислотності підвищує корозійну агресивність бензинів.

Підвищення кислотності дизельних палив більше впливає на розвиток корозії, ніж підвищення вмісту фактичних смол: допустима кислотність дизельних палив ≤ 5 мг КОН/100 мл, а концентрація фактичних смол — у 5...10 разів більша (30...50 мг/100 мл).

Перед заправлянням паливо необхідно фільтрувати. Паливороздавальні засоби мають бути обладнані фільтрами тонкої очистки, а лійки — сітчастим фільтром.

У моторних оливах уміст абразивних механічних частинок не допускається, а на практиці (в окремих випадках) їх масова частка становить 0,03 %. В основному моторні оливи забруднюються під час роботи двигуна й очищуються оливними фільтрами двигунів.

Таблиця 11.6

**Забрудненість дизельного палива в баках автомобілів
(середня кліматична зона)**

Показник	Середня проба		Відстой
	до заправлення	після заправлення	
Автомобіль-тягач			
Масова частка забруднювачів, %	0,017/0,009	0,007/0,008	0,13/0,156
Кількість частинок в 1 мл розміром, мкм:			
1...10	45618/10098	37467/22220	82508/56769
10...20	1469/6993	1639/1792	4634/2450
20...30	537/2359	555/579	1567/941
30...40	290/1761	295/207	652/559
40...50	155/865	53/54	238/283
>50	108/485	62/37	286/209
Автомобіль-самоскид			
Масова частка забруднювачів, %	0,013/0,09	0,006/0,018	0,201/0,229
Кількість частинок в 1 мл розміром, мкм:			
1...10	51270/38250	22480/54950	37997/52628
10...20	2097/1556	1006/1532	1756/2430
20...30	672/849	585/860	649/1465
30...40	236/239	146/268	184/504
40...50	108/165	182/273	89/165
>50	66/54	55/81	174/202

Примітка. В чисельнику — дані для зимового періоду, в знаменнику — для літнього.

Таблиця 11.7

**Забрудненість дизельного палива
в баках гусеничних машин улітку**

Показник	Бак після заправлення	
	з фільтром	без фільтра
Масова частка забруднювачів, %	0,0053/0,0063	0,0122/0,0212
Кількість частинок в 1 мл розміром, мкм:		
1...10	10080/11180	11880/17020
10...20	3720/3055	4460/7920
20...30	1400/950	1860/1570
30...40	248/390	460/412
40...50	56/62	92/76
> 50	16/25	42/166

Примітка. В чисельнику — дані для середньої кліматичної зони, в знаменнику — для південної.

Таблиця 11.8

**Вплив забруднення оливи на швидкість спрацювання
гільзи й верхнього поршневого кільця**

Розмір частинок, мкм	Масова частка механічних домішок, %	Швидкість спрацювання, мкм/год	
		гільзи	поршневого кільця
≤100	0,027	2,1	3,1
50	0,1	0,35	6
30	0,176	—	8

Таблиця 11.9

**Забрудненість автомобільних бензинів
у резервуарах АЗС і нафтосховищах улітку**

Показник	АЗС	Нафтосховища
Зольність, %	56,4/67,68	78,96/78,3
Елементний склад, %:		
Fe	24,2/16,19	48,87/24,62
Si	4,01/4,81	5,38/9,53

Закінчення табл. 11.9

Показник	АЗС	Нафтосховища
Mg	0,06/1,83	0,61/2,33
Na	0,05/0,73	0,92/0,75
Ca	0,61/3,01	0,97/3,32
Al	0,42/1,81	0,59/4,16
Pb	0,61/2,13	0,562/4,08
Zn	1,2/1,23	0,43/1,47

Примітка. В чисельнику — дані для середньої кліматичної зони, в знаменнику — для південної.

Таблиця 11.10

**Забрудненість дизельного палива
на АЗС і нафтосховищах (середня кліматична зона)**

Показник	Резервуар		Паливороздавальна колонка	
	до зливання	після зливання*	до зливання	після зливання
Масова частка забруднювачів, %	0,0088/0,013	0,071	0,0018/0,062	0,0031/0,014
Кількість частинок в 1 мл розміром, мкм:				
1...10	12423/47873	118010	8817/39993	8416/13235
10...20	741/1434	1938	314/761	345/545
20...30	101/288	278	34/230	71/107
30...40	65/106	183	81/86	36/41
40...50	9/47	36	4/41	12/17
>50	9/21	22	—/36	16/18

Примітка. В чисельнику — дані для зимового періоду, в знаменнику — для літнього.

* Тільки для літнього періоду.

Таблиця 11.11

Забруднення дизельного палива
при транспортуванні, заправлянні влітку
(середня кліматична зона)

Показник	Нафтобаза			Автомобільна цистерна			АЗС і нафтогосподинця		
	Залишкова цистерна	Резервуар	Роздавальний агрегат	Після заливання палива	Після транспортування	Зі зливного пристрою	Резервуар	Паливороздавальна колонка з фільтром	без фільтру
Масова частка забруднювачів, %	0,002	0,003	0,0019	0,0041	0,0049	0,0056	0,0126	0,0025	0,0093
Кількість частинок в 1 мл розміром, мкм:									
1...10	4800	6840	4660	9280	12300	12640	15600	5160	10060
10...20	1560	1540	1590	2420	3080	3670	3090	1760	4090
20...30	700	628	616	830	670	1000	1600	850	1460
30...40	110	100	88	188	262	938	528	110	412
40...50	—	2	—	8	20	84	296	—	154
>50	—	—	—	—	—	10	68	—	18

Основні джерела й причини забруднення палива, олів і робочих рідин:

- негерметичні й відкриті люки (потрапляння механічних домішок з атмосфери);
- наявність продуктів корозії;
- уміст нерозчинних речовин унаслідок окиснення ПММ;
- засмічення заправних засобів;
- заправляння відкритим способом, порушення герметичності складальних одиниць і трубопроводів;
- погана фільтрація (засмічення паливних та оливних фільтрів).

Таблиця 11.12

**Забрудненість автомобільних бензинів улітку
(середня кліматична зона)**

Показник	Місце відбирання проб		
	Залізнична цистерна	Роздавальний агрегат	Автомобільна цистерна
Масова частка забруднювачів, %	0,0026	0,0009	0,00078
Кількість частинок в 1 мл розміром, мкм:			
1...10	23400	10310	44850
10...20	1650	2137	3940
20...30	347	333	300
30...40	158	250	148
40...50	94	148	68
>50	28	38	21

§ 11.4 Вплив забруднення робочої рідини на її якість

Від 30 до 60 % загальної кількості відмов припадає на агрегати гідравлічної системи. За статистикою, 90 із 100 аварійних ситуацій у гідравлічних системах відбуваються внаслідок підвищеної забрудненості робочої рідини (табл. 11.13, 11.14).

Таблиця 11.13

Забруднення робочих рідин гідросистем машин
у процесі транспортування

Місце відбирання проб	Маса забруднювачів, г/т	Уміст в 1 мл робочої рідини частинок забруднювачів розміром, мкм								Кількість проб
		1...5	5...10	10...15	15...20	20...30	30...40	40...50	50...60	> 60
Залізнична цистерна	102	15767	8360	3915	2141	1086	283	163	45	19
Резервуар нафтоосхопища	84,5	9694	8053	1247	580	244	107	54	10	—
Заправлена тара для ПММ	$\frac{1214}{190}$	$\frac{974541}{18815}$	$\frac{849254}{9674}$	$\frac{245012}{6769}$	$\frac{74173}{2980}$	$\frac{16315}{837}$	$\frac{4152}{424}$	$\frac{1760}{194}$	$\frac{2042}{151}$	$\frac{903}{80}$
Гідросистема тракторів	$\frac{300}{750}$	$\frac{24983}{454137}$	$\frac{2159}{143134}$	$\frac{964}{97536}$	$\frac{614}{60454}$	$\frac{200}{14462}$	$\frac{123}{5784}$	$\frac{81}{1493}$	$\frac{68}{510}$	$\frac{—}{392}$
Гідросистема екскаваторів, бульдозерів і навантажувачів	$\frac{620}{250}$	$\frac{307156}{244151}$	$\frac{100403}{94507}$	$\frac{24839}{20436}$	$\frac{10693}{9747}$	$\frac{6080}{4973}$	$\frac{2043}{984}$	$\frac{836}{477}$	$\frac{261}{187}$	$\frac{94}{71}$
										$\frac{14}{11}$

Примітка. В чисельнику — дані для літнього періоду, в знаменнику — для зимового.

Допустима масова частка механічних домішок у робочих рідинах має не перевищувати 0,005 %, що відповідає 9-му класу чистоти.

Підвищення фільтрівності рідини в гідравлічній системі з 20...25 до 5 мкм збільшує термін служби насосів мінімум у 10 разів, а розподільність регуляторів — у 5...7 разів. Але фільтри, що застосовуються в гідросистемах машин, не забезпечують такої тонкості фільтрації.

Отже, досвід експлуатації машин свідчить, що рівень забрудненості робочих рідин у різних точках гідросистеми неоднаковий:

Місце відбирання проби	Клас чистоти (відносний %)
Бак (на вході)	55...80
Після насоса	40...55
В лінії нагнітання	55...80
Після фільтра нагнітання	100
Після споживача (робоче обладнання тощо)	50...75

Таблиця 11.14

**Рівень забрудненості робочої рідини
в гідросистемах машин**

Модель машини	Гідросистема машини	Сумарна концентрація забруднювачів, %	Дисперсійний склад забруднення, мкм		
			<10	<25	<40
T-74, MT3-50	Роздільно-агрегатна навісна	0,015...0,08	72...80	15...20	3...5
T-150K	Рульового керування	0,015...0,143	90	5	4
T-150	Трансмсії	0,03...0,14	90	5	4
MT3-50	Роздільно-агрегатна навісна (спільно з гідросистемою розкидувача)	0,02...0,18	70	25	3
MM3-555	Рульового керування	0,02...0,2	75	23	2

Масова частка забруднювачів у гідроприводі й робочих рідинах за розміру частинок 10...200 мкм:

Забруднювачі	Масова частка, %
Метал (сталь, латунь, бронза)	30,5/29...41/36*
Пісок	1...3,3
Фарби, лаки	4...29
Гума	18...50,5
Інші	11,5...12,2

* У знаменнику — питома вага сталі в забруднювачі.

Отже, забрудненість робочої рідини в процесі експлуатації перевищує 17-й клас чистоти, що недопустиме. Рекомендований рівень тонкості фільтрації робочої рідини для аксіально-поршневих насосів і двигунів — 10...8-й клас чистоти, що дає змогу підвищити ресурс елементів гідросистеми в 1,5...2,0 рази й зменшує параметр потоку відмов на 15...20 %. Для цього робочу рідину перед заливанням у баки й у процесі експлуатації машин необхідно фільтрувати за допомогою стаціонарних і пересувних фільтрувальних пристроїв.

§ 11.5

Втрати палива в процесі зберігання

Втрати бензину в процесі зберігання складаються з втрат унаслідок підтікання з місткостей та випаровування.

Підтікання палива з місткостей недопустиме: в разі витoku 1 краплі за 1 с добові втрати палива становлять 4 кг, а за рік — близько 1,5 т. Втрати будуть іще більшими, коли краплинне підтікання тимчасово перетворюється на струмінь: втрати палива за добу становитимуть 6...7 кг, а за рік — 2...2,5 т.

Випаровування бензину спричиняє не тільки його втрати, а й зміну якості, оскільки насамперед випаровуються легкі фракції, отже, погіршуються пускові властивості.

Великі втрати за рахунок випаровування є результатом нещіль-

ного закриття люків. Втрати від випаровування найбільші — до 75 % загальних втрат. Загальні втрати бензинів від випаровування з моменту їх виготовлення до моменту заправлення в баки машин досягають 1,5...2 % обсягу виробництва.

Втрати нафтопродуктів від випаровування в процесі зберігання спричиняються «диханнями» резервуарів, видуванням тощо.

«Дихання» резервуарів, зумовлене коливаннями температури повітря, супроводжується випусканням повітряної суміші з місткості крізь сифон під час нагрівання й впусканням свіжого повітря під час охолодження. Дихання поділяють на мале й велике.

Мале «дихання» полягає ось у чому. В резервуарах над поверхнею бензину завжди є вільний простір, заповнений сумішшю парів бензину з повітрям (в 1 м³ повітря міститься близько 1 кг бензину). Вдень суміш нагрівається, розширюється й частково виходить крізь дихальний клапан в атмосферу. Вночі суміш охолоджується, тиск у резервуарі спадає, й крізь дихальний клапан у нього надходить свіже повітря, яке потім насичується бензиновими парами, й все повторюється спочатку.

Якщо резервуар закритий герметично, то внаслідок охолодження (за певних умов) у ньому утворюється глибокий вакуум, і резервуар може зім'ятись, а внаслідок нагрівання його може розірвати через надлишковий тиск.

Рівень утрат бензину через мале «дихання» залежить від перепаду добових температур. Наприклад, за зміни температури від +15 до +40 °С з резервуару місткістю 25 м³ за добу в атмосферу випарується близько 2 кг бензину.

Бажано, щоб резервуар був залитий не менше, ніж на 90...92 % його об'єму: при цьому втрати через мале «дихання» становлять 0,3...0,4 %. Якщо резервуар заповнений на 50 %, втрати становлять 3...4 %, а якщо тільки на 20 %, то 10...14 % (табл. 11.15).

Велике «дихання» відбувається в разі повного зливання бензину з резервуара, який при цьому виявляється заповненим лише парами бензину й повітрям. Коли резервуар заповнюється бензином нової партії, суміш витискується крізь дихальний клапан назовні. Втрати через велике «дихання» в разі повного заливання резервуара місткістю 25 м³ становлять приблизно 25 кг. Крім того, за незаповненої місткості збільшується смолоутворення. Якщо залишки палива в місткостях невеликі, смолоутворення зростає в 4 рази й більше.

Таблиця 11.15

Залежність річних утрат бензину, %, від ступеня заповнення резервуара

Ступінь заповнення резервуара, %	Кліматичні зони	
	Середня	Південна
90	0,3	0,4
80	0,6	0,9
70	1,0	1,5
60	1,6	2,3
50	2,2	3,1
40	3,6	5,2
30	9,3	13,9

Втрати через «дихання» можна істотно скоротити, обладнавши резервуар спеціальною додатковою місткістю (обв'язкою) для вловлювання парів бензину. Коли тиск у резервуарі спадає, ця сама суміш зі спеціальної місткості знову надходить у резервуар. Такі резервуари вже випускаються.

Проте бензин через малу в'язкість просочується крізь невидимі отвори шва місткості на поверхню й випаровується (потіння). Втрати бензину крізь 1 м «потіючого» шва можуть досягти 0,7 т за рік.

До складу дизельного палива, олив і більшості спеціальних рідин входять компоненти з високими температурами кипіння, тому втрати їх від випаровування незначні й практично не впливають на зміну їхніх властивостей.

«Видування» спричиняється негерметичністю резервуарів (відсутність або пошкодження прокладок, нещільне закриття кришок для вимірювань, негерметичність клапана для провітрювання). В цьому разі виникає циркуляція повітря й парів палива. Насамперед випаровуються легкі (найважливіші для бензинів) компоненти, що спричиняє погіршення фракційного складу, пускових властивостей, неповне згорання, димний вихлоп, збільшення нагаровідкладень і прискорення спрацювання деталей двигуна. Крім того, знижується октанове число неетилованого бензину, зростає концентрація

тетраетилсвинцю з одночасним зменшенням концентрації бромистого етилу в етилованому бензині, внаслідок чого збільшується утворення свинцевих відкладень у камері згоряння.

Загальні втрати палива від випаровування з урахуванням утрат із паливної системи машини досягають 10 % (табл. 11.16).

Таблиця 11.16

Втрати бензину від випаровування*, кг

Обладнання резервуара	Мале «дихання»			Велике «дихання» (оборотність 5 разів)	Зворотний вихід	Видування	Загальні	
	влітку	навесні, восени	взимку				абсолютне	відносне, %
Непофарбований погано оснащений (без нафтоарматури, прокладок та ін.)	529	103	28	131	28	2750	3665	4,05
Пофарбований, оснащений дихальним клапаном, негерметичний	372	69	16	88	19	530	1094	1,22
Пофарбований, герметичний з клапаном ДК-М за тиску, МПа:								
0,025	53	—	—	36	15	—	104	0,11
0,03	—	—	—	12	11	—	23	0,03

* За зберігання протягом року в горизонтальному резервуарі місткістю 25 м³.

Розмір цих утрат залежить від фізико-хімічних властивостей ПММ, сезонності, технічного стану резервуарів, тари й заправних засобів, ступеня заповнення резервуарів і кліматичної зони. Частина втрат неминуча внаслідок специфічних фізико-хімічних властивостей ПММ. Встановлено норми природних утрат нафтопродуктів у процесі їх зберігання й транспортування.

§ 11.6 Втрати палива під час заправлення

Втрати палива в процесі заправлення машини (табл. 11.17) відбуваються в разі відсутності заправного обладнання або неправильного його використання. Заправлення машин слід здійснювати на стаціонарних постах, обладнаних паливороздавальними колонками або приймально-роздавальними стояками.

Таблиця 11.17
Втрати нафтопродуктів під час заливання—зливання,
зберігання, транспортування й заправлення

Джерела втрат	Розмір утрат	
	кг	%
<i>Заливання—зливання (приймання—видавання)</i>		
Заливання відкритим струменем (відром) на одне заправлення	2...3	0,2...0,3
Залишки:		
в автоцистерні (на одну поїздку)	20...25	1...1,5
в рукавах (на одну поїздку)	5...8	0,1...0,2
в бочці (на одну бочку)	0,2...0,3	0,6...1,0
Заповненість засобів перекачування (на одну поїздку)	2...10	0,1...0,4
<i>Зберігання в резервуарі місткістю до 10 м³</i>		
Неповне заповнення резервуара (20...60 %), за рік	70...140	8,5...15
Непофарбований резервуар (світлого кольору), за рік	65	1,0
Нещільне закриття резервуара або відсутність дихального клапана, за рік	2000	—
Підтікання крана (одна крапля за секунду), за рік	1200	—
Мікросцілини в зварному шві (порушення герметичності завдовжки 1 м), потіння шва, за добу	50	—

Закінчення табл. 11.7

Джерела втрат	Розмір утрат	
	кг	%
Несправність клапана дихання (для резервуара об'ємом 25 м³)	—	0,41
<i>Транспортування</i>		
Заповнення цистерни: вище за норму	10...12	0,4...0,5
нижче за норму	3...10	0,1...0,4
Неповне закриття горловини автоцистерни (на одну поїзтку)	15...40	0,6...1,7
Нещільність в паливопроводах і швах автоцистерни	2...10	0,1...0,4
Нещільність в пробці бочки (на одну бочку)	0,1...1,0	0,07...0,7
<i>Заправлення (дизельне паливо)</i>		
Заправлення відкритим струменем або відром (на одне заправлення), за рік	200	1,2...2,0
Переповнення паливного бака машини (на одне заправлення)	2...3	0,1...0,3
Нещільності в з'єднаннях засобів заправлення, за рік	1000...2000	0,4...0,5
Заправлення машини шлангом, без роздавального крана, за рік	—	0,1...0,2
<i>Заправлення оливи й мастила</i>		
Заправлення оливи кружкою (на одне заправлення)	0,2...0,25	2,8...5,4
Заправлення оливи за допомогою оливозаправної колонки типу 367М	—	0,6
Заправлення мастилом агрегатів за допомогою установки для централізованої системи мащення	—	0,8
Заправлення мастила вручну (без шприца), за рік	—	12...20

§ 11.7 Засоби боротьби з втратами палива

Дуже ефективним засобом боротьби з втратами бензину через мале «дихання» є фарбування незаглиблених резервуарів у світлі тони (табл. 11.18).

Таблиця 11.18
Вплив кольору й фарбування резервуарів на річні втрати палива через випаровування

Колір	Втрати	
	в дійсних процентах	у відносних процентах
Чорний	1,24	100
Червоний, зелений	1,14	92
Сірий	0,99	78
Алюмінієвий	0,83	67

Останнім часом для фарбування резервуарів використовують розчин на основі фосфатних речовин, який зберігається до 10 років.

У північних районах на нафтоскладах споруджують захисні екрани з деревини (листяних порід), у південних районах — здійснюють ізоляцію резервуарів спеціальними матеріалами. При цьому втрати нафтопродуктів від випаровування («дихання») скорочуються в 2...3 рази.

Завдяки зрошуванню водою резервуарів місткістю понад 75 м³ втрати від випаровування зменшуються вдвоє.

Ефективне утеплення невеликих резервуарів скловатою, піносклом та іншими матеріалами.

Найкращим засобом боротьби з втратами нафтопродуктів від випаровування є підземне розміщення резервуарів, за якого в них практично немає добового коливання температури. Середньорічні втрати в підземних резервуарах знижуються порівняно з наземними в 2...3 рази.

Порівняльні втрати бензину за різних умов зберігання в бочках за один рік наведено нижче.

Умови зберігання	Втрати, %
У заглиблених бочках	0,18
У напівзаглиблених бочках	0,50
На відкритому місці:	
під брезентом	0,63
без брезенту	1,03
в бочках з дерев'яними пробками	1,75

§ 11.8 Втрати оливи в процесі її використання

Загальні втрати оливи залежать від схеми руху нафтопродуктів від резервуара до машини й становлять 0,5...6,5 % для моторних олив і 1,2...17,5 % — для трансмісійних.

Здебільшого моторні й трансмісійні оливи зберігаються й транспортуються в бочках. Рекомендується зберігати їх у резервуарах місткістю 3 або 5 м³, а транспортувати — в автоцистернах. Проте найкращим вважається зберігання оливи у пластмасових контейнерах невеликої місткості (1...10 л).

У разі заправляння машин за допомогою мірної кварта або відром втрати оливи становлять 4,6 %, а за механізованого — лише 0,2 %.

Втрати оливи під час експлуатації двигуна відбуваються внаслідок вигару й заміни.

Кількість *вигару оливи* залежить від досконалості конструкції двигуна, його технічного стану, якості оливи (в'язкості) та умов експлуатації.

Завдяки вдосконаленню конструкції двигунів, зокрема циліндро-поршневої групи й системи мащення, втрати оливи за останні 20...30 років зменшилися вдвоє (з 5...6 % до 2...3 % залежно від конструкції двигунів). Однак втрати істотно залежать від технічного стану двигуна й в'язкості оливи: чим спрацьованіша циліндро-поршнева група й чим менша в'язкість оливи, тим більший її вигар.

Періодичність заміни оливи залежить від досконалості фільтрації та умов експлуатації, зокрема, від запиленості повітря, режиму експлуатації (навантаження) та стабільності показників якості оливи. Масові товарні оливи за належного рівня технічного обслуговування машин не потребують заміни до 10 тис. км пробігу, а спеціальні — до 25 тис. км і більше.

Отже, економічний ефект досягається завдяки не лише зменшенню втрат оливи, а й покращенню її якості. Для визначення економічного ефекту від застосування свіжої оливи, що рекомендована заводом-виробником, треба порівняти зміни зведених витрат на її виробництво зі зміною цих витрат при її використанні в реальних умовах експлуатації. В масштабах країни навіть незначна зміна різниці зведених витрат дає значний позитивний або негативний ефект.

§ 11.9 Втрати мастил

Втрати мастил через залишки на стінках і днищі тари становлять 0,8...1,1 %. Великі втрати спричинені налипанням мастила на лопатки, прес-оливниці, штуцери, трубки тощо.

Загальні втрати мастил під час заправлення залежно від схеми руху можуть досягати 5...16 %. Втрати мастил істотно знижуються в разі зберігання їх у герметичній тарі й застосування спеціальних пристроїв для нагнітання у вузли мащення. Так, при використанні пневматичного пістолета-нагнітальника з порційною подачею втрати мастила становлять 0,2 %, а шприца з ручним приводом — 10,9 %.

На витрату мастил істотно впливають їхні властивості, зокрема колоїдна стабільність.

Мастила сучасних марок на літєвих загусниках у разі надійної герметизації вузла тертя не потребують заміни протягом кількох років. Ще краще зарекомендували себе синтетичні й тверді мастильні матеріали.

Застосування сучасних мастильних матеріалів забезпечує економічний ефект завдяки не лише економії матеріалів, а й зниженню трудових затрат під час технічного обслуговування машини.

§11.10 Вплив конструктивних та експлуатаційних факторів на витрату ПММ автомобілями

До конструктивних факторів належать індикаторний і механічний ККД, передаточні числа коробки передач і головної передачі, радіус коліс, ККД трансмісії, власна маса автомобіля, фактор обтічності тощо, а до експлуатаційних — маса вантажу, швидкість руху автомобіля, його технічний стан, стан дороги, кваліфікація водія та ін.

● Вплив конструктивних факторів.

У процесі експлуатації автомобіля деякими конструктивними факторами можна керувати: змінювати індикаторний і механічний ККД двигуна, радіус коліс (залежно від тиску повітря в шинах), передаточне число коробки передач (перемиканням передач), обтічність (за перевезення різного вантажу). Проаналізуємо ці та інші фактори.

Індикаторний ККД, що характеризує економічність дійсного циклу й визначає відношення індикаторної роботи до теплоти, затраченої на виконання цієї роботи, найбільше впливає на витрату палива.

На відміну від механічного ККД, індикаторний ККД враховує не тільки тепловіддачу, а й інші втрати, пов'язані з неповнотою згоряння палива, виходом робочих газів крізь нещільності й відведення теплоти. Цей коефіцієнт залежить від ступеня стискання двигуна, коефіцієнта надлишку повітря, фактичної потужності й частоти обертання колінчастого вала двигуна.

Надійність роботи двигуна внутрішнього згоряння та індикаторний ККД залежать в основному від повноти згоряння. Для бензинових двигунів $\eta_i = 0,25 \dots 0,35$, для швидкохідних дизелів $\eta_i = 0,42 \dots 0,52$.

На витрату палива впливають насамперед його теплота згоряння, густина й в'язкість.

Витрата палива істотно залежить від *передаточних чисел головної передачі й коробки передач*. Передаточне число головної передачі для конкретного автомобіля стає. Тому слід аналізувати вплив на витрату палива передаточних чисел коробки передач.

Правильний вибір і вмикання підвищених передач дають змогу знизити витрату палива, зменшити спрацювання двигуна й збільшити його довговічність.

Знаючи межі зміни тягових зусиль для різних передач, легко визначити моменти переходу з одної передачі на іншу. В усіх випадках передачі необхідно вибирати так, щоб передаточні числа були мінімальними за зусиллям і швидкістю.

Радіус колеса (тобто радіус кочення колеса r_k — радіус фіктивного жорсткого колеса) так впливає на витрату палива: зі зменшенням радіуса кочення колеса на 10 % через знос протекторів і зниження тиску повітря в шині витрата палива збільшується на 7 %. Тому *регулярною перевіркою тиску в шинах і доведенням його до норми досягається економна витрата палива*.

ККД трансмісії ($\eta_{\text{тр}}$) враховує втрати енергії в усіх механізмах — від двигуна до шин ведучих коліс. Ці втрати становлять до 16 % ефективної потужності. Зі зниженням ККД на 10 % витрата палива збільшується в середньому на 8 %. У процесі експлуатації $\eta_{\text{тр}}$ спочатку зростає, а потім спадає приблизно на 8...10 %. Під час роботи машини на різних передачах $\eta_{\text{тр}}$ майже не змінюється. Зі збільшенням частоти обертання колінчастого вала $\eta_{\text{тр}}$ зменшується на 3...4 %, зі зростанням потужності — підвищується на 3...5 %, а зі збільшенням передаточних чисел — зменшується на 3...4 %.

Зниження власної маси автомобіля може зменшити витрату палива. В середньому на кожну додаткову тонну спорядження на 100 км шляху витрачається 2,5 л бензину або 1,6 л дизельного палива. За міжремонтний пробіг (250...300 тис. км) такий автомобіль може додатково спалити 6...7 тис. л бензину або 4...5 тис. л дизельного палива.

Фактор обтічності визначається як добуток коефіцієнта опору повітря $K_{\text{оп}}$ на лобову площу автомобіля F , м².

● Вплив експлуатаційних факторів.

Вплив маси вантажу, що перевозиться, на витрату палива обчислюється за складною аналітичною залежністю (величина G_a входить і в чисельник, і в знаменник). Тому за розрахунковими даними доцільніше побудувати графік, з якого добре видно лінійну залежність між G_n та G_a .

За рівних умов значення Q_n залежить від швидкості руху автомобіля. При $v_a = 40$ км/год $Q_n = 3,4$ л/100 км, а при $v_a = 80$ км/год $Q_n = 3,6$ л/100 км. Слід ураховувати атмосферний тиск і температуру повітря (сезонність експлуатації).

В гірських умовах (при $p = 700$ Па) густина повітря зменшується на 31 %, і витрата палива на подолання опору повітря знижується.

Узимку (за температури $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$) опір повітря (за рахунок збільшення його густини) зростає на 27 % і вище, а влітку (за температури $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$) густина повітря на 7 % менша, ніж за нормальної температури ($+20\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Додаткові витрати палива на кожну тонну вантажів, що перевозяться, на 100 км змінюється в широких межах, що слід урахувати в розрахунках.

Швидкість руху автомобіля залежить від багатьох факторів і особливо впливає на витрату палива. Оптимізуючи й змінюючи межі швидкості, можна вибрати найвигідніші режими руху й досягти значної економії палива.

Теоретично й експериментально доведено, що найекономічнішим режимом руху автомобіля є рух зі сталою швидкістю, за якого підвищується продуктивність автомобіля за рахунок збільшення середньої технічної швидкості й зменшується спрацювання двигуна завдяки рівномірнішій його роботі й стабільності теплового стану.

Слід зазначити, що за однієї й тієї самої швидкості витрата палива може коливатися в межах 15...20 % і зумовлюється нерівномірністю руху, станом дороги. Тому виникає необхідність в оптимізації режиму руху.

● **Вплив економічних швидкостей і режимів руху автомобіля на витрату палива.** Досвід експлуатації автомобілів свідчить, що вмiле керування автомобілем у різних дорожніх умовах — один з істотних факторів зменшення (на 10...20 %) витрати палива без додаткових капіталовкладень.

Для завантаженого автомобіля оптимальна швидкість приблизно на 15...17 % вища, ніж для порожнього. Встановлено, що оптимальні швидкості для вантажних автомобілів (з бензиновими й дизельними двигунами) приблизно становлять: для завантажених машин — $0,77v_{\text{max}}$, для порожніх — $0,60v_{\text{max}}$. Це стосується руху автомобілів замiськими дорогами 1-ї та 2-ї груп.

Отже, для автомобільного транспорту велике практичне значення має вибір оптимальних режимів руху залежно від дорожніх умов. Однак це можливо із застосуванням спеціальних математичних методів теорії оптимального керування.

Швидкість руху автомобіля має бути сталою (це справедливе для різних значень сил опору — на нерівній дорозі, на підйомі), що можна забезпечити, регулюючи подачу палива й потужність двигуна.

У разі обмеження за потужністю стала швидкість забезпечується лише за сталого опору дороги. Якщо на якомусь відрізку шляху через зростання опору рухові швидкість знизиться, то для підтримання середньої швидкості потрібно збільшити швидкість на інших ділянках маршруту, наприклад завчасно перед крутим підйомом.

Для розрахунку оптимального швидкісного режиму на певній дорозі її треба розбити на окремі ділянки й для кожної з них визначити оптимальну швидкість.

Оптимальному керуванню сприяє наявність режимних карт (для постійних маршрутів), активних дорожніх знаків, зумерів, що сигналізують про перевищення встановленої швидкості, тощо. Можливий інший шлях вдосконалення конструкції автомобіля — автоматична реалізація режимів оптимального керування (лише в легкових автомобілях), що здійснюється всережимними або екстремальними регуляторами, котрі керують постачанням палива залежно від навантаження й дорожніх умов.

Дуже важливо для кожної передачі визначити верхню межу швидкості, перевищення якої економічно не вигідне.

Водій має знати граничні значення швидкостей для даного автомобіля. Для цього можна зробити відповідну розмітку шкали спідометра. Крім того, вже розроблено прилади, які дають змогу визначити миттєву витрату палива за щитком приладів.

◆ **Зниження витрати палива за рахунок підвищення коефіцієнта корисної дії.** Проаналізувавши всі фактори, що впливають на витрату палива, можна зробити висновок, що приблизно половину економії можна досягти тільки завдяки експлуатаційним методам підвищення ККД автомобіля.

До *головних конструктивних заходів з підвищення індикаторного ККД* для бензинових двигунів належать: поліпшення стану суміші за рахунок вдосконалення карбюраторів, впускних трубопроводів і камер згоряння, використання вихрового руху заряду, застосування різних гомогенізаторів безпосереднього впорскування палива.

Перспективним є використання *мікропроцесорних пристроїв* (для оптимізації в процесі роботи стану суміші й кутів випередження запалювання з урахуванням режиму роботи двигуна, температури в системі охолодження) та *електричних систем запалювання*. В дизельних двигунах індикаторний ККД можна підвищити оптимізацією

процесу впорскування палива й поліпшенням сумішоутворення за рахунок вибору оптимальних тисків розпилення, форми камери згоряння, її розміщення, об'ємів циліндрів, ходу поршня та ін.

Об'єм циліндрів більшою мірою впливає на витрату палива, ніж хід поршня. Економічніші короткохідні двигуни.

Індикаторний ККД в умовах експлуатації можна підвищити на 5...10 % за рахунок збіднення робочої суміші (підвищення коефіцієнта надлишку повітря) й поліпшення якості її приготування (гомогенізації), коли рух газу (рідини) за критичної швидкості потоку з ламінарного перетворюється на турбулентний.

Турбулізація паливної суміші позитивно впливає на процес згоряння, зменшує неідентичність суміші в окремих циліндрах і розширює сферу роботи двигуна на бідних сумішах, забезпечує за малих навантажень стійке спалахування й горіння суміші, близької до стехіометричної, що зменшує витрату палива й токсичність відпрацьованих газів, забезпечує однорідність суміші на всіх режимах, зокрема несталою й примусовому холостому ходу. Найбільший ефект турбулізація дає у випадку застосування її в комплексі з іншими способами (вдосконалення систем запалювання, оптимізація регулювання, вибір оптимальної частоти обертання колінчастого вала тощо).

Абсолютна повнота згоряння палива характеризується коефіцієнтом надлишку повітря α й можлива в разі повної гомогенізації заряду. При цьому не тільки підвищується індикаторний ККД, а й знижується токсичність відпрацьованих газів. Різні пристрої для впорскування палива по-різному впливають на ступінь гомогенізації суміші. У звичайних карбюраторах за малих швидкостей повітря (на холостому ходу) в зоні змішування його з паливом не відбувається якісного сумішоутворення, тому останнім часом розпочато виробництво карбюраторів зі спеціальними пристроями для поліпшення сумішоутворення та якості суміші. Так, на Дмитрівському автоарматурному заводі випускаються уніфіковані конструкції карбюраторів «Озон» (ДААЗ-2105 та ДААЗ-2107) з автономною системою холостого ходу, які встановлюються на автомобілі ВАЗ, «Москвич», «Волга».

На багатьох карбюраторах встановлюються системи «Каскад» (економайзер ПХХ), за допомогою яких у режимі примусового холостого ходу повністю припиняється подача палива.

Є різні генератори звукових і ультразвукових коливань (електричні, механічні високого та низького тиску). Для підвищення тур-

булізації й гомогенізації паливної суміші двигунів найефективніші механічні газоструминні випромінювачі високого тиску.

Для турбулізації паливної суміші ультразвуковий гомогенізатор розміщують за дросельною заслінкою карбюратора під розпилювачем системи холостого ходу.

Розрахунки показують, що із сопла гомогенізатора надходить 10...12 % додаткового повітря, а це означає, що коефіцієнт надлишку повітря також збільшується приблизно на 10...12 %. При цьому індикаторний ККД також зростає з 0,25 до 0,28 (на 10 %). Приблизно на стільки ж зменшується витрата палива, а вміст СО у відпрацьованих газах — в 1,5...2 рази.

За значного збільшення навантаження й відкритої дросельної заслінки швидкість витікання повітря з газоструминних випромінювачів автоматично зменшується й ультразвуковий гомогенізатор автоматично вимикається.

Механічний ККД в умовах експлуатації можна збільшити за рахунок деякого зниження частоти обертання колінчастого вала двигуна. При цьому витрати палива знижуються на 2...3 %.

ККД колеса (ходової частини й підвіски) можна підвищити правильними застосуванням та експлуатацією шин, підтриманням у них тиску на певному рівні з урахуванням типу й стану дороги, вибором оптимальної швидкості руху, дотриманням правил технічної експлуатації амортизаторів і ресор.

За руху по нерівних дорогах для зменшення витрати енергії автомобілем рекомендується зниження тиску в шинах до 20 %. При цьому термін служби шин збільшується.

Удосконалення конструкції автомобіля має передбачати застосування шин низького й дуже низького тиску та одинарних коліс, а також можливість зниження тиску в шинах з урахуванням властивостей ґрунтових покриттів доріг. Крім того, необхідно враховувати опір амортизаторів тертя в ресорах, втулках та ін.

Основним джерелом тертя мають бути амортизатори, а не ресори. При справних амортизаторах розсіювання потужності під час руху автомобіля по нерівній дорозі зменшується в 1,5...2 рази.

За відсутності амортизаторів або їх несправності при коливаннях автомобіля розсіюється близько 10 % потужності двигуна й на 10...20 % зменшується швидкість автомобіля. Економічність автомобіля при цьому також знижується.

Міжлисто́ве тертя в ресорах постійне й не пов'язане з навантаженнями, але залежить від конструкцій ресор і мастила. За відсутності мастила між листами коефіцієнт тертя в 3...5 разів більший, ніж у ресорах, змащених графітним мастилом. Постійне тертя в ресорах можна зменшити мащенням листів, встановленням прокладок між листами, поліруванням листів і вдосконаленням конструкцій (зменшенням кількості листів, доборо́м листів для зменшення питомих тисків) тощо.



**Контрольні запитання
та завдання**

1. Які зміни якостей ПММ відбуваються в процесі їх зберігання й застосування?
2. Назвіть фактори, які впливають на зміну якості ПММ.
3. У чому полягають фізичні й хімічні зміни якості ПММ?
4. Як впливає на якість ПММ уміст води в них?
5. Чому недопустиме забруднення палив, олив і робочих рідин?
6. Назвіть причини втрати палива в процесі його зберігання.
7. Що таке «дихання» резервуарів?
8. Що спричиняє видудання палива?
9. Чим зумовлені втрати палива в процесі заправлення?
10. Які є засоби боротьби з втратами палива?
11. Від чого залежать втрати оливи в процесі її використання?
12. Як конструктивні фактори впливають на витрату палива автомобілями?
13. Завдяки яким експлуатаційним факторам можна зменшити витрату палива?

Глава 12

ІНЖЕНЕРНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗБЕРІГАННЯ, ПЕРЕКАЧУВАННЯ, ВИДАВАННЯ Й ТРАНСПОРТУВАННЯ ПММ І РОБОЧИХ РІДИН

§ 12.1

Засоби для зберігання ПММ у господарствах

Паливно-мастильні матеріали зберігають на складах у резервуарах, бочках, бідонах та іншій тарі, що регламентується ГОСТ 1510—84.

Резервуари мають експлуатуватися відповідно до «Правил технічної експлуатації металевих резервуарів та інструкції з їх ремонту», а також «Правил технічної експлуатації нафтобаз» (затверджені 1984 р.). Основні внутрішні розміри резервуарів мають відповідати ГОСТ 17032—71. Очищення резервуарів здійснюється згідно з ГОСТ 1510—84.

Бочки оцинковані виготовляють двох типів: зі зливно-наливною горловиною на днищі; бочки до 250 л з горловиною на обичайці. Бочки мають бути оцинковані всередині й ззовні або пофарбовані ззовні.

Каністри сталеві виготовляють місткістю 5, 10 і 20 л.

Основні технічні характеристики засобів для зберігання ПММ наведено в табл. 12.1—12.3.

Для зменшення втрат палива через випаровування резервуари фарбують у світлі тони, що збільшує відбивну здатність їхніх поверхонь:

Пофарбування	Коефіцієнт відбиття
Дзеркальне	100
Біле	90
Світло-кремове	88,5
Світло-рожеве	86,5
Блакитне	85
Світло-зелене	78,5

Алюмінієве нове	67
» вивітріле	59,2
Світло-сіре	57
Сіре	47
Алюмінієве старе	35
Нефарбована поверхня	10
Чорне	0

Таблиця 12.1

**Технічна характеристика резервуарів
для зберігання нафтопродуктів**

Номінальна місткість, м ³	Номер типового проекту або позначення ре- зервуара	Зовнішній діаметр, мм	Довжина, мм	Висота, мм	Товщина стінки, мм	Маса, кг
<i>Горизонтальні резервуари</i>						
5	704-1-107	1846	2036	—	3	446
10	704-1-108	2220	3100	—	4	380
25	704-1-109	2760	4278	—	4	1886
50	704-1-110	2870	8480	—	4	3369
<i>Вертикальні резервуари</i>						
5	PB-5	1788	—	2118	4	473
10	PB-10	2233	—	2579	4	840
15	PB-15	2806	—	2518	4	1140
25	PB-25	3186	—	3218	4	1750

Таблиця 12.2

Технічна характеристика оцинкованих бочок

Місткість, л	Висота, мм	Діаметр, мм		Маса, кг, не більше
		зовнішній	внутрішній	
200	870	560	614	50
100	700	442	496	26

Таблиця 12.3

Технічна характеристика сталевих зварних бочок

Місткість, л	Висота, мм	Товщина металу, мм		Маса, кг, не більше
		обичайки й днища	кінцевих обручів	
50	542	1	2...3	9,5
100	698	1,2	3...4	16,5
200	860	1,7...1,8	4...5	37,0

Автоцистерни використовуються для перевезення однорідних нафтопродуктів (бензину, дизельного палива, олив тощо).

Перевезення бензину різних марок має виконуватися в послідовності від марок із вищим октановим числом до марок із нижчим, а моторних олив — у послідовності Г, В, Б, А (див. гл. 2).

Зливання ПММ регламентується ГОСТ 1510—84 «Нефть и нефтепродукты. Упаковка, маркировка, хранение, транспортирование».

§ 12.2**Технологічне обладнання
для перекачування ПММ у невеликих обсягах**

Для перекачування ПММ у невеликих обсягах використовуються пристрої, зазначені в табл. 12.4.

Таблиця 12.4

**Технологічне обладнання
для перекачування ПММ у невеликих обсягах**

Найменування обладнання	Марка, індекс	Габаритні розміри, мм	Призначення й технічна характеристика
Насос ручний «Родник»	—	275 × 167,5 × 194 (без рукоятки)	Для перекачування світлих нафтопродуктів (палива, олив). Тип — поршневий одноциліндровий подвійної дії. Діаметр циліндра — 75 мм. Хід поршня — 71 мм. Подача (води) за подвійний хід — 0,6 л. Висота всмоктування — 5,5 м. Діаметр всмоктувального й нагнітального патрубків — 25 мм. Маса — 13 кг
Пристрій для перекачування рідких нафтопродуктів	ОЗ-9930А	230 × 135 × 120	Для перекачування моторних олив зі стаціонарних і пересувних місткостей. Тип — поршневий. Тиск стисненого повітря — 0,4...0,8 МПа. Витрата стисненого повітря — 30...50 л/хв. Продуктивність при перекачуванні оливи — 22 л/хв за температури оливи 20 °С. Висота всмоктування — 3...5 м. Маса — 4,9 кг
Насос ручний	БКФ-2	265 × 234 × 268 (без рукоятки)	Для перекачування оливи в'язкістю не більш як 10 мм ² /с. Тип — поршневий подвійної дії. Діаметр циліндра — 75 мм. Хід поршня — 70 мм. Подача (води) за подвійний хід — 0,5 л. Висота всмоктування — 4,5 м. Діаметр патрубків — 25 мм. Маса — 19 кг
Насос ручний поршневий	БКФ-4	295 × 250 × 318	Для перекачування бензину, дизельного палива та інших світлих нафтопродуктів на

Закінчення табл. 12.4

Найменування обладнання	Марка, індекс	Габаритні розміри, мм	Призначення й технічна характеристика
			нафтозаправках і стаціонарних заправках. Тип — поршневий подвійної дії. Подача — 40...50 л/хв. Висота всмоктування — 4,5 м. Діаметр циліндра — 100 мм. Хід поршня — 90 мм. Маса — 27 кг
Те саме	P0,8-30	251 × 203 × 200	Для перекачування ПММ із кінематичною в'язкістю до 10 мм ² /с. Тип — поршневий одноциліндровий двобічної дії з ручним приводом. Подача за один хід поршня — 0,74 л. Висота всмоктування — 5,5 м. Хід поршня — 80 мм. Маса — 14 кг
»	P1,6-20	264 × 225 × 224	Для перекачування ПММ із кінематичною в'язкістю до 10 мм ² /с. Тип — поршневий. Подача за один хід поршня — 1,45 л. Висота всмоктування — 5,5 м. Маса — 19 кг
Насос-дозатор оливороздавальний	O3-1559	345 × 110 × 1310	Для роздавання (перекачування) оливи з бочки в заправну місткість машини порціями рівного об'єму. Тип — поршневий порційний. Подача — 6 л/хв. Об'єм однієї порції — 1000 см ³ . Маса — 8,1 кг
Шприц ручний	—	Зовнішній діаметр — 38 мм, довжина — 580 мм (заправленого) і 360 мм (незаправленого)	Для заправляння різними оливами машин і механізмів

§12.3 Технологічне обладнання для очищення й видавання ПММ різними партіями

До цього обладнання належать заправні агрегати, насоси, помпи, стояки, фільтри (табл. 12.5).

Таблиця 12.5

Технологічне обладнання для видавання й очищення ПММ

Найменування обладнання	Призначення	Технічна характеристика
Агрегат заправний ОЗ-9721	Для перекачування дизельного палива й видавання крізь лічильник рідини в автоцистерну або паливні баки	Продуктивність — 450 л/хв при прийманні і 350 л/хв — при видаванні крізь лічильник і кран ОЗ-1576(ОЗ-4382). Верхня межа показів видачі палива — не менш як 1000 л (разово) і 999 999 л (сумарно). Насос СВН-80. Подача — 20... 30 м ³ /год. Силовий двигун ВАО-42-2 або ВАО-51-2. Лічильник ІШЖУ-40-16. Напруга — 220/380 В. Робочий діапазон температур ± 40 °С. Габаритні розміри: 1640 × 1180 × 680 мм. Маса — 680 кг
Насоси АСВН-80, АСЦЛ-20-24	Для перекачування із цистерн світлих нафтопродуктів на нафтоскладах господарств	Тип: АСВН-80 — самовсмоктувальний вихровий; АСЦЛ-20-24 — відцентровий лопатевий. Привод електричний. Подача — 30 м ³ /год. Висота всмоктування — 5 м. Потужність — відповідно 10 і 20 кВт. Габаритні розміри: 1105×702×545 мм (АСВН-80) і 1200×673×742 мм (АСЦЛ-20-24). Маса — 340 кг (АСВН-80) і 440 кг (АСЦЛ-20-24)

Закінчення табл. 12.5

Найменування обладнання	Призначення	Технічна характеристика
Мотопомпи МГП-10 і МГП-10Э	Для перекачування палива й заправляння крізь лічильник і фільтр	Двигун АОЛ-2-21-2,2СД-Б. Насос відцентровий вихровий ЦВС-53. Фільтр дисковий ФДТ-30ГМ із фільтрувальними елементами. Лічильник об'ємний з овальними шестернями ШЖУ-40-16. Діаметр всмоктувального трубопроводу — 50 мм, нагнітального — 25 мм. Кількість рукавів — 2. Кількість роздавальних кранів ОЗ-1576 — 2. Подача (крізь один рукав) — $2 \times 10^{-3} \text{ м}^3$ (при заправлянні) і $2,2 \cdot 10^{-3}$ (при перекачуванні). Габаритні розміри: 1500×90×350. Маса — 230 кг (МГП-10) і 210 кг (МГП-10Э)
Стояк	Для наливання ПММ із кінематичною в'язкістю до 100 мм ² /с на приреїскових нафтобазах	Пропускна здатність — 60, 100, 125 м ³ /год. Висота підйому наливного патрубку — ≥ 400 мм, опускання — ≥ 600 мм. Найвища температура пари для підігрівання — 150 °С
Фільтр дисковий ОЗ-3089 (ФДТ-30ГМ)	Для очищення дизельного палива від механічних домішок із розміром частинок до 20 мкм під час заправляння машин	Установлюється в механізованих заправних агрегатах МЗ-3904М, МЗ-9505Т, паливозаправних і паливороздавальних колонках і мотопомпах. Пропускна здатність за робочого тиску — 10 м ³ /год. Об'єм фільтрувальної поверхні — 1,45 м ³ . Максимальний тиск — 0,5 МПа. Габаритні розміри: 430 × 400 × 520. Маса — 24 кг
Фільтр ФГН-30ГМ	Для очищення палива від механічних домішок із розміром частинок не менш як 20 мкм під час заливально-заправних операцій	Можна застосовувати разом із насосами. Площа фільтрувальної поверхні — 2,1 м ² . Пропускна здатність — 30 м ³ /год. Робочий тиск — 0,8 МПа. Габаритні розміри: 700 × 480 × 350 мм. Маса — 41 кг

§ 12.4 Паливопроводи й арматура

Перекачування нафтопродуктів технологічними нафтопроводами регламентується ГОСТ 1510—84, нормами технічного проектування нафтобаз і вимогами СНиП II 1060—79 «Склады нефти и нефтепродуктов» та СНиП 89—80 «Нормы проектирования. Генеральные планы промышленных предприятий».

Для зворотного зливання палива з паливороздавальних колонок використовують труби з діаметром умовного проходу 15, 20, 25, 32, 40 мм; як усмоктувальні напірні трубопроводи оливо- й паливороздавальних колонок — з діаметром 25 і 40 мм відповідно; як зливні — діаметром 50, 70 і 80 мм.

Пристрої для приєднання технічних засобів перекачування, зливання (наливання) нафтопродуктів виготовляються кількох типів (табл. 12.6). Арматуру, яка використовується для приєднання паливо- й оливороздавальних колонок і обладнання до резервуарів нафтоскладів, наведено в табл. 12.7.

Основні параметри й розміри пристроїв мають відповідати вимогам ГОСТ 22772—81.

Таблиця 12.6

З'єднувальні пристрої для паливозаправних операцій

Тип з'єднання	Діаметр умовного приходу, мм	Умовний тиск, МПа	Область застосування	Призначення
Різьбове	25	0,46	Напірні патрубки автопаливооливо-заправників, автоцистерн, рухомі резервуари тощо	Для з'єднання з деталями паливних та оливних систем
	40	0,46		
	60	0,46		
	65	0,46		
	10	0,46		
Фланцеве	75	1,01	Автоцистерни, автозаправники, мотонасосні агрегати	Для з'єднання з відповідними фланцями трубопровідної арматури
	100	1,01		
	150	0,61		

Закінчення табл. 12.6

Тип з'єднання	Діаметр умовного проходу, мм	Умовний тиск, МПа	Область застосування	Призначення
За допомогою механічних захватів	200	4,0	Для зливання й наливання нафтопродуктів із залізничних цистерн	Для з'єднання з універсальними приладами залізничних автоцистерн (за нижнього зливу)
За допомогою захватів	100	4,0	Автоцистерни	Для з'єднання з універсальними приладами залізничних автоцистерн (за нижнього зливу)
Розтрубне	100 150	64 64	Польові збірно-розбірні трубопроводи	Для з'єднання елементів трубопроводів

Таблиця 12.7

Пристрої для приєднання
технічних засобів

Найменування пристрою	Призначення	Технічна характеристика
Вентиль запірний фланцевий ВФ-50-180-00	Для встановлення на фланцях приймально-роздавальних труб резервуарів місткістю до 5 м ³	Діаметр умовного проходу — 50 мм. Умовний тиск — 0,6 МПа. Габаритні розміри: 180 × 140 × 235 мм. Маса — 6,3 кг
Кран БК-50	Для забезпечення герметичності трубопроводів у процесі зберігання й видавання нафтопродуктів	Діаметр умовного проходу — 50 мм. Умовний тиск — 0,6 МПа. Габаритні розміри: 465 × 60 × 300 мм. Маса — 11 кг
Кран кульковий ОЗ-4568А	Для встановлення на трубопроводах нафтоскладів, а	Тип — кульковий із ручним приводом. Діаметр умовного

§12.3 Технологічне обладнання для очищення й видавання ПММ різними партіями

До цього обладнання належать заправні агрегати, насоси, помпи, стояки, фільтри (табл. 12.5).

Таблиця 12.5

Технологічне обладнання для видавання й очищення ПММ

Найменування обладнання	Призначення	Технічна характеристика
Агрегат заправний ОЗ-9721	Для перекачування дизельного палива й видавання крізь лічильник рідини в автоцистерну або паливні баки	Продуктивність — 450 л/хв при прийманні і 350 л/хв — при видаванні крізь лічильник і кран ОЗ-1576(ОЗ-4382). Верхня межа показів видачі палива — не менш як 1000 л (разово) і 999 999 л (сумарно). Насос СВН-80. Подача — 20... 30 м ³ /год. Силовий двигун ВАО-42-2 або ВАО-51-2. Лічильник ІШЖУ-40-16. Напруга — 220/380 В. Робочий діапазон температур ± 40 °С. Габаритні розміри: 1640 × 1180 × 680 мм. Маса — 680 кг
Насоси АСВН-80, АСЦЛ-20-24	Для перекачування із цистерн світлих нафтопродуктів на нафтоскладах господарств	Тип: АСВН-80 — самовсмоктувальний вихровий; АСЦЛ-20-24 — відцентровий лопатевий. Привод електричний. Подача — 30 м ³ /год. Висота всмоктування — 5 м. Потужність — відповідно 10 і 20 кВт. Габаритні розміри: 1105×702×545 мм (АСВН-80) і 1200×673×742 мм (АСЦЛ-20-24). Маса — 340 кг (АСВН-80) і 440 кг (АСЦЛ-20-24)

Закінчення табл. 12.7

Найменування пристрою	Призначення	Технічна характеристика
	також як запірний пристрій із мінімальним гідравлічним опором	проходу — 50 мм. Умовний тиск — 1,0 МПа. Робочий тиск — 0,5 МПа. Габаритні розміри: 255 × 160 × 200 мм. Маса — 8,8 кг
Клапан дихальний ОЗ-23802	Для автоматичного підтримання тиску в установлених межах у герметично закритих резервуарах і пересувних механізованих заправних агрегатах	Тип — механічний із тарілчастим клапаном. Діаметр умовного проходу — 50 мм. Максимальний тиск — 0,04 МПа. Пропускна здатність клапана — 30 м ³ /год (максимальна). Габаритні розміри: 106 × 106 × 135 мм
Муфта швидко-розбірна кулькова ОЗ-3548А	Для швидкого герметичного з'єднання напірного рукава з патрубками приймально-роздавального стояка, автоцистерни тощо	Діаметр умовного проходу — 40...50 мм. Робочий тиск — 0,5 МПа. Габаритні розміри: 280 × 160 × 180 мм. Маса — 5 кг

§ 12.5 Паливо- й оливороздавальні колонки

Заправні місткості паливних систем будівельно-дорожніх та інших машин заповнюють як на стаціонарно розміщених експлуатаційних базах, заправних пунктах нафтоскладів, так і на місті роботи машин з автопаливооливозаправників. Колонки мають електропривод і місцеве або дистанційне керування. Деякі з колонок, крім того, обладнані ручним приводом (табл. 12.8).

Таблиця 12.8

**Технічна характеристика
паливороздавальних колонок**

Індекс колонки	Тип керування	Продуктивність, л/хв		Мінімальна доза видачі, л	Потужність, кВт	Маса, кг
		номінальна	мінімальна			
1КЭР-50-0,5-1 («Нара-11»)	Ручне	50	5	2 або 5	0,6	170
1КЭД-50-0,5-1 («Нара-21»)	Дистанційне	50	5	2 або 5	0,6	190
1КЭР-40-0,5-1	Ручне	40	5	5	0,42...0,6	170
1КЭД-40-0,5-1 («Нара-2»)	Дистанційне	40	2	5	0,42...0,6	190
ОЗ-1769	»	40	5	5	0,42...0,6	162

Примітка. Колонки КЭР-50-0,5 і КЭД-50-0,5 призначені для заправлення машин бензином, КЭР-40-0,5 і КЭД-40-0,5 — бензином та дизельним паливом, ОЗ-1769 — дизельним паливом.

Оливороздавальні колонки (табл. 12.9) призначені для заправлення картерів машин оливою з одноразовим обліком в одиницях об'єму. Температура оливи, що видається, має бути не меншою, ніж 8 °С.

До видавання оливи з наземних резервуарів використовують колонку 367М, а з підземних — 367МЗ. Колонки 3155 обладнані пристроєм для підігрівання оливи, що розширює температурний діапазон їх використання.

Усі оливороздавальні колонки мають відповідати технічним умовам ГОСТ 11537—81.

За способом керування колонки бувають із ручним і дистанційним керуванням; за видом привода — з ручним та електричним приводом; за умовами використання — переносними (КМ), пересувними (КМП) та стаціонарними (КМС); за класом точності — 0,5 (з електричним приводом) і 1,0 (із ручним та електричним приводом).

Закінчення табл. 12.5

Найменування обладнання	Призначення	Технічна характеристика
Мотопомпи МГП-10 і МГП-10Э	Для перекачування палива й заправлення крізь лічильник і фільтр	Двигун АОЛ-2-21-2,2СД-Б. Насос відцентровий вихровий ЦВС-53. Фільтр дисковий ФДТ-30ГМ із фільтрувальними елементами. Лічильник об'ємний з овальними шестернями ШЖУ-40-16. Діаметр всмоктувального трубопроводу — 50 мм, нагнітального — 25 мм. Кількість рукавів — 2. Кількість роздавальних кранів ОЗ-1576 — 2. Подача (крізь один рукав) — $2 \times 10^{-3} \text{ м}^3$ (при заправлянні) і $2,2 \cdot 10^{-3}$ (при перекачуванні). Габаритні розміри: 1500×90×350. Маса — 230 кг (МГП-10) і 210 кг (МГП-10Э)
Стояк	Для наливання ПММ із кінематичною в'язкістю до 100 мм ² /с на приреїскових нафтобазах	Пропускна здатність — 60, 100, 125 м ³ /год. Висота підйому наливного патрубку — ≥400 мм, опускання — ≥600 мм. Найвища температура пари для підігрівання — 150 °С
Фільтр дисковий ОЗ-3089 (ФДТ-30ГМ)	Для очищення дизельного палива від механічних домішок із розміром частинок до 20 мкм під час заправлення машин	Установлюється в механізованих заправних агрегатах МЗ-3904М, МЗ-9505Т, паливозаправних і паливороздавальних колонках і мотопомпах. Пропускна здатність за робочого тиску — 10 м ³ /год. Об'єм фільтрувальної поверхні — 1,45 м ² . Максимальний тиск — 0,5 МПа. Габаритні розміри: 430 × 400 × 520. Маса — 24 кг
Фільтр ФГН-30ГМ	Для очищення палива від механічних домішок із розміром частинок не менш як 20 мкм під час зливально-заправних операцій	Можна застосовувати разом із насосами. Площа фільтрувальної поверхні — 2,1 м ² . Пропускна здатність — 30 м ³ /год. Робочий тиск — 0,8 МПа. Габаритні розміри: 700 × 480 × 350 мм. Маса — 41 кг

Таблиця 12.9

Технічна характеристика оливо­роздавальних колонок

Індекс колонки	Продуктивність, л/хв	Робочий тиск, МПа	Потужність, кВт	Габаритні розміри, мм	Маса (без насосної установки), кг
Стационарні:					
367М4	10	0,8...1,5	1,1	350 × 325 × 1200	29
367М	8	0,8...1,5	1,1	365 × 270 × 1120	42
367 М3	10	0,8...1,5	1,5	225 × 330 × 1200	28,8
3155	12	0,8...2,0	1,5	675 × 500 × 1410	258
Переносна КМП-10	10	—	—	330 × 235 × 1390	—

§ 12.6

Обладнання для заправлення й мащення

Це обладнання призначене для централізованого заправлення й мащення машин під час ТО у майстернях або на будівельному майданчику (табл. 12.10, 12.11).

Таблиця 12.10

Обладнання для заправлення й мащення машин

Найменування робіт	Індекс обладнання			
	ОЗ-9902	ОЗ-9902А	ОЗ-4947	ОЗ-4947М
Зберігання й механізоване видавання світлих олів двох сортів	+	+	+	+
Механізоване заповнення баків для свіжих олів	+	+	+	+

Закінчення табл. 12.10

Найменування робіт	Індекс обладнання			
	ОЗ-9902	ОЗ-9902А	ОЗ-4947	ОЗ-4947М
Зберігання рідкої протикорозійної оливи одного сорту та механізоване нанесення її на поверхні машин	+	—	—	—
Механізоване забирання, зберігання й видавання відпрацьованої оливи	+	+	+	+
Зберігання мастила одного сорту й механізоване мащення підшипників за допомогою прес-оливниці	+	+	+	+
Механізоване нанесення протикорозійного мастила за допомогою ручного апарата	—	+	—	—
Механізоване фарбування поверхонь машин	+	+	—	—
Підкачування шин стисненим повітрям крізь наконечник із манометром	+	+	+	+
Обдування деталей стисненим повітрям	+	+	—	—

Технічна характеристика обладнання
для заправлення й мащення машин

Таблиця 12.11

Індекс обладнання	Призначення	Технічна характеристика
ОЗ-4967М	Заправлення й мащення оливами та пластичними мастилами	Тип — стаціонарний з електроприводом, насосом Г-11-22А, солідолонагнітачем ОЗ-1153А. Продуктивність (подавання оливи) — 6...8 л/хв. Кількість баків — 4 (для олив) і 1 (для відпрацьованих олив). Місткість одного бака — 400 л. Габаритні розміри: 3790 × 750 × 2055 мм. Маса — 1200 кг
ОЗ-9902	Видавання дизельної оливи, нанесення рідких захисних олив, мащення	Тип — пересувний з електроприводом, насосом Г-11-22А, компресором. Загальна місткість баків — 260 л,

Продовження табл. 12.11

Індекс обладнання	Призначення	Технічна характеристика
	вузлів пластичними мастилами; збирання відпрацьованих нафтопродуктів, підфарбовування, підкачування шин	в тому числі для дизельної оливи — 120 л (2 бака по 60 л), проти-корозійної оливи — 60 л, мастила — 20 л, відпрацьованої оливи — 60 л. Робочий тиск — 0,25 МПа. Габаритні розміри: 1920×1100×1370 мм. Маса — 620 кг
ОЗ-141	Заправляння моторною й трансмісійною оливою, водою та мащення мастилами	Тип — стаціонарний із пневмодатчиками, трьома насосами, п'ятьма барабанами із самонамотуваними рукавами з роздавальними кранами. Подача насосом моторних оливи — 12 л/хв, трансмісійних — 7 л/хв. Тиск — 0,8 МПа. Подача мастил — 190 г/хв за тиску 10 МПа. Найбільший тиск у рукавах: 0,5 МПа — для води; 1,0 МПа — для повітря; 2,3 МПа — для оливи; 30 МПа — для мастила. Маса — 186 кг
ОЗ-16350	Механізоване видавання оливи й зберігання відпрацьованих оливи під час ТО	Тип — перекачувальний. Місткість бака — 200 л. Продуктивність видавання оливи — 8...12 л/хв. Тиск — 0,8 МПа. Габаритні розміри: 1000 × 780 × 1180 мм. Маса — 95 кг
ОЗ-9936	Заправляння дизельним паливом	Тип — контейнерний з автоматичним обліком кількості виданого палива за кожною машиною та агрегатом у цілому. Число обслуговуваних машин — одна (всього — 24). Тип колонки — 1КЭР-50-1 (ОКА-1). Місткість резервуарів — 10 м ³ . Ціна поділки імпульсного лічильника — 1 л; діапазон вимірювань — 1...9999 л. Привод — електромеханічний. Габаритні розміри: 9125 × 2800 × 3400 мм. Маса — 2000 кг

Закінчення табл. 12.11

Індекс обладнання	Призначення	Технічна характеристика
<i>Додаткове обладнання</i>		
Компресор ГСВ-0,6/12 155-2В ₅	Подавання стисненого повітря	Тип — стаціонарний автоматичний двоступінчастий. Продуктивність — 0,6 м ³ /хв. Максимальний тиск — 1,2 МПа. Габаритні розміри: 1785 × 560 × 1300 мм
Компресор ГП-015/10 1136-В ₂	Те саме	Тип — пересувний одноступінчастий без повітрязабірника. Продуктивність — 0,15 м ³ /хв. Максимальний тиск — 1,0 МПа. Габаритні розміри: 1100 × 370 × 600 мм
Установка ОМ-2871А ГОСНИТИ	Промивання й заправлення системи мащення дизельних двигунів	Тип — пересувний із насосною системою. Продуктивність насоса — 35 л/хв. Тиск — 0,3...0,4 МПа. Габаритні розміри: 2500 × 780 × 1000 мм
Установка 1147	Промивання системи мащення карбюраторних і дизельних двигунів	Тип — пересувний із насосною та фільтрувальною системами. Продуктивність — 12 л/хв за тиску 2,5 МПа. Місткість зливного бака — 60 л. Габаритні розміри: 1035 × 680 × 995 мм. Маса — 160 кг
Візок ПИ-74	Зливання оливи з колісних передач кранів	Візок-місткість пересувний. Місткість бака — 60 л. Габаритні розміри: 1165 × 446 × 750 мм

§ 12.7 Автомобільні цистерни

Залежно від призначення автомобільні цистерни поділяються на *транспортні* й *паливозаправні* (табл. 12.12, 12.13).

Таблиця 12.12

**Технічна характеристика транспортних автоцистерн
для перевезення ПММ**

Індекс автоцистерни	Шасі (базовий автомобіль)	Місткість цистерни, л	Максимальна швидкість руху, км/год
АЦ-9,5-255Б	КрАЗ-255Б	9500	60
АЦ-9-500А	МАЗ-500А	9000	75
АЦ-8,5-255Б	КрАЗ-255Б	8500	65
АЦ-8-500А	МАЗ-500А	8000	75
ТСВ-6У-130	ЗИЛ-130-80	6000	80
АЦ-5,5-375	Урал-375	5500	70
АЦ-4,2-130	ЗИЛ-130	4200	80
АЦ-4,2-53А	ГАЗ-53А	4200	80
АЦМ-4-157К	ЗИЛ-157К	4120	70
АЦ-4-164	ЗИЛ-164А	4000	70
АЦ-4-164	ЗИЛ-150	3800	70
АЦ-2,6-355М	ГАЗ-51А	2600	70
АЦ-2-51	ГАЗ-51А	2000	70
АЦ (модель 5606)	—	8700	70

Таблиця 12.13

Технічна характеристика
паливозаправників

Індекс заправника	Шасі	Місткість цистерни, л	Максимальна швидкість руху, км/год
<i>Самохідні</i>			
Т-8-255Б	КрАЗ-2555	8000	75
ТЗА-7,5-500А	МАЗ-500А	7500	75
ТЗ-7-500	МАЗ-500	7000	75
ТЗ-5-375	Урал-375	5000	75
ПАЗС-3152	ЗИЛ-130	4500	80
АЦЗ-4,4-131	ЗИЛ-131	4400	75
ПАЗС-3137	ЦАПЗ-754В	4200	65
АТЗ-4-131	ЗИЛ-131	4148	75
АТЗ-3,8-53А	ГАЗ-53А	3800	75
АТЗ-3-157	ЗИЛ-157	3000	70
АТЗ-2,4-52	ГАЗ-52-01	2400	70
АТЗ-2,4-52-04	ГАЗ-52-04	2200	70
АТЗ-2,2-51А	ГАЗ-51П	2200	70
ОЗ-1664	ГАЗ-51А	1800	70
ОЗ-415М	ГАЗ-63	1800	70
ОЗ-415	ГАЗ-63	1500	70
<i>Причіпні</i>			
ПЦ (модель 8652)	—	9300	—
ПЦ-6,7-8925	МАЗ-8925	6700	—
ПЦ-5,7-817	ГКБ-817	5600	—
ПЦ-4,7-782В	СМЗ-782В	4700	—
ПЦ-4,2-754В	ЦАПЗ-754В	4200	—
ПЦ-5,6-817	ЗИЛ-130	5600	80
ПЦ-17	КамАЗ-5410	17000	—

§ 12.8 Механізовані заправні агрегати

Для перевезення ПММ і заправлення ними будівельних та інших машин на місці їх роботи використовують механізовані заправні засоби на шасі автомобілів або тракторних причепів (табл. 12.14). Це дає змогу зменшити простої машин під час заправляння, втрату й забруднення ПММ та підвищити надійність роботи машин.

Таблиця 12.14
Технічна характеристика паливооливозаправників
при заправлянні паливом, моторною
й трансмісійною оливою

Тип заправників	Марка	Шасі	Місткість баків, л, для			
			бензи- ну	дизель- ного палива	мотор- ної оливи	трансмі- сійної оливи
Автопали- вооливозап- равники	АТМЗ-4,5-375	Урал-375	4500	—	350	—
	Т-401-130	ЗИЛ-130	50	4100	150	50
	ППАЗ-7-130	ЗИЛ-130В1	125	6700	100	100
	ОЗ-5467	ГАЗ-53А	80	3200	100	60
	ОЗ-3607	ГАЗ-52-01	80	1900	80	80
Механізо- вані само- хідні заправні агрегати (АТМЗ)	ОЗ-5467	ГАЗ-53А	150	3200	150	150
	МЗ-3904	ГАЗ-53А	150	3200	150	150
	(ОЗ-415, 415М, 1664, 1926, 2842, 3607, 4795)	ГАЗ (51А, 52-01, 52-04, 66)	75...80	1500...1970	80...95	55...80
Станції технічного обслугову- вання	А-701М	ЗИЛ-130	—	—	150	100
	ОСТО-1	ЗИЛ-130	—	175	80	150
	АТО-4822, 9935, 9966, АТО-1768А	ГАЗ (52, 53, 66)	30	—	175	—
		Т-16М	10	350	50	2 × 25
Механізо- вані причіпні заправні агрегати (АТМЗ)	МЗ-3905 (ОЗ-1362И, 1362Н, 1400Н, 1401К)	2ПТС-4, 4М	80...100	500	100...20	50...100
	ПАЗС-3137	АИПЗ-754В	4200	1800...2400	100	—

Закінчення табл. 12.14

Тип заправників	Марка	Шасі	Місткість баків, л, для			
			бензи- ну	дизель- ного палива	мотор- ної оливи	трансмі- сійної оливи
Агрегати технічного обслугову- вання (причіпні)	АТУ-П	2АТС-4	—	—	2 × 60	—
	АТУ-ПД	2ПТС-4	—	—	2 × 80	—
	АТО-1500Г	2ПТС-4М	27	—	230	2 × 60
Пересувні установки для машин- ня й зап- равляння	ОЗ-9902	Чотири- колісне	—	—	2 × 60	60
	ОЗ-9902А		—	—	2 × 80	—

§ 12.9 Контрольно-вимірювальні прилади

Контрольно-вимірювальні прилади (КВП) призначені для контролю якості й обліку ПММ, що надійшли на склад нафтопродуктів господарств (табл. 12.15). Обов'язковій перевірці підлягають засоби вимірювань, зазначені в табл. 12.16.

Таблиця 12.15

Технічна характеристика контрольно-вимірювальних приладів для обліку ПММ

Прилади	Назва або марка	Межі вимірювань
Метршток	—	Довжина шкали — 3000 м, ціна поділки — 1 мм
Пристрій автоматичного вимірювання маси рідини в резервуарах	«Радиус», «Квант», «Утро-1», «Утро-2»	—

Продовження табл. 12.15

Прилади	Назва або марка	Межі вимірювань
Лічильник рідини шестеренчастий уніфікований	ШЖУ-25-16 2-СВШС-25	До 0,84 м ³ /год ± 0,5 %, ціна поділки — 0,1 л До 3 м ³ /год ± 0,5 %, ціна поділки — 0,1 л
Гвинтовий кран-лічиль- ник	КС-1	Ціна поділки — 0,1 л; витрата — до 0,6 м ³ /год
Лічильник шестерен- частий для рідини, що швидко застигає	ШЖО-40-16	До 15 м ³ /год ± 0,5 %
Лічильник рідинний	СВШС-40	До 20 м ³ /год ± 0,5 %, ціна поділки — 0,1 л
Бензолічильник	ДБ-40	До 10 м ³ /год ± 0,5 %
Термометр лабораторний	ТЛ-19, ТЛ-29	(10...35 ± 0,2) °С, ціна поділки — 0,1 °С
Термометр	СП-25	(10...35 ± 0,2) °С, ціна поділки — 0,1 °С
Рівень	УД-10 УД-8	До 20 м ± 4 мм До 12...20 м ± 3...4 мм
Рулетка сталева	РС-10 РС-20	До 10 м ± 1 мм До 20 м ± 1 мм
Лінійки вимірювальні одношкальні	ЛУ	Ціна поділки — 1 мм
Нафтоденсиметр	—	Ціна поділки — 0,001...0,0005 г/см ³ , межа вимірювань — 0,650...1,070 г/см ³
Ваги: товарно-шкальні	РП-3Ш13М РП-2Ш13М РП-500Ш13М РП-1Ш13М	150...3000 кг 100...200 кг 25...500 кг 25...500 кг

Закінчення табл. 12.15

Прилади	Назва або марка	Межі вимірювань
пересувні важільні гирьові	РП-500Г13(М)	20...100 кг ± 0,5 %
	РП-1Г13(М)	25...250 кг ± 0,5 %
	РП-2Г13(М)	100...500 кг ± 0,5 %
	РП-500Г13	150...500 кг ± 0,5 %
настольні циферблатні	ВНЦ-2	0,02...0,5 кг ± 0,5 %
	РН-10Ц13	0,02...0,5 кг ± 0,5 %
	РН-2Ц13	0,5...20 кг ± 0,5 %
автомобільні	РС-10Ц13Ас	—
	РС-10Ц13А	—
	РС-60Ц13Ас	—
товарні	РП-10Ш13	—

**Засоби вимірювань кількості ПММ,
які підлягають обов'язковій перевірці***

Таблиця 12.16

Найменування засобів	Періодичність перевірки в установлені терміни			
	для облікових операцій	для взаємних розрахунків у торгівлі	для забезпечен- ня техніки безпеки	для охорони навколиш- нього середовища
Лічильники нафтопродуктів	Відповідно до держстан- дарту	Раз на 2 роки	—	—
Механізовані паливозаправні агрегати	Те саме	Те саме	—	—
Паливорозда- вальні колон- ки, вимірники технічні 1 та 2-го класів, автоцистерни	Раз на рік	Раз на рік	—	—

Закінчення табл. 12.16

Найменування засобів	Періодичність перевірки в установлені терміни			
	для облікових операцій	для взаємних розрахунків у торгівлі	для забезпечення техніки безпеки	для охорони навколишнього середовища
Ваги	Відповідно до держстандарту	Раз на 2 роки	Раз на рік	Раз на рік
Рівнеметри	Те саме	—	—	—
Метрштоки рулетні з лотами	Раз на 2 роки	Раз на 2 роки	—	—
Гирі	Відповідно до держстандарту	Те саме	—	—

* Усі засоби вимірювань ПММ підлягають обов'язковій перевірці в процесі виробництва й після ремонту, а також періодичній перевірці.

§ 12.10 Обладнання для очищення робочих рідин для машин із гідроприводом

Є такі основні способи очищення й відновлення властивостей робочих рідин: відстоювання, фільтрування, центрифугування, а також застосування магнітних та електростатичних очисників.

Рекомендовані області використання фільтрувальних елементів у гідросистемах будівельних та інших машин наведено нижче.

Індекс фільтрувального елемента	Область використання
1.1.32-25, 1.1.40-25, 1.1.50-25	У зливних гідролініях машин з аксіально-поршневим насосом і моторами

1.1.25-25	У кришці гідробака при заправлянні робочої рідини
1.1.25-25, 1.1.32-25-16	У системі підтримання замкнених об'ємних гідропередач мобільних машин за тиску 1,0...1,6 МПа
1.1.25/10, 1.1.40-10	У лініях підніжки замкнених гідросистем і лініях керування
1.1.32-40, 1.1.40-20, 1.1.63-40	У зливних магістралях із шестеренчастими насосами, а також для заміни сітчастих фільтрів

У будівельних та інших господарствах для очищення робочої рідини в процесі зберігання й перед заправлянням у гідросистему машин використовують відцентрові сепаратори СЦ-1,5, СМ1-3000, НСМ-2.

Пересувна оливоочисна машина ПСМ1-3000 може використовуватися також для очищення робочих рідин і промивання гідросистеми машин під час ТО.

Оливоочисні машини конструкції КНУБА крім сепараторів (або центрифуг) мають баки для чистої та відпрацьованої рідини. Фільтрувальні елементи можна приєднати безпосередньо до гідросистеми машини й здійснювати очищення робочої рідини, не зливаючи її із системи.



Контрольні запитання та завдання

1. У чому зберігають ПММ на складах господарств?
2. Яке є технологічне обладнання для перекачування ПММ?
3. Яке технологічне обладнання використовують для видавання й очищення ПММ?
4. Як класифікуються паливороздавальні колонки?
5. Які є автоцистерни для транспортування й заправлення палива?
6. Назвіть переваги використання механізованих заправних агрегатів. Які вони бувають?

Глава 13

НОРМУВАННЯ ВИТРАТИ, ОБЛІК ТА ЕКОНОМІЯ ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

§ 13.1

Загальні положення

Під *нормою витрати паливно-мастильних матеріалів* розуміють їхню гранично допустиму кількість за встановленого режиму експлуатації з урахуванням конкретних техніко-економічних та експлуатаційних параметрів.

Норми витрати палива суворо регламентуються за видами й номенклатурою машин і класифікуються за такими основними ознаками:

- за ступенем збільшення — *індивідуальні та групові*;
- за періодом дії — *квартальні й річні (середні)*;
- за складом витрат — *технологічні та загальновиробничі*;
- за рівнем планування — *для господарства в цілому, міністерств (відомств), трестів (об'єднань) і первинних організацій*.

Нас цікавлять насамперед індивідуальні, групові й технологічні норми витрати ПММ для трестів (корпорацій) і первинних організацій (управлінь механізації) тощо.

Індивідуальні норми — це норми витрати ПММ машинами конкретних марок на виконання одиниці роботи (вироблення одиниці продукції) чи за одиницю робочого часу за певних умов експлуатації з урахуванням прогресивних показників питомої витрати.

Індивідуальні норми використовуються для розрахунку групових норм витрати палива на різних рівнях планування, а також витрати палива машинами в господарстві.

Групові норми — це норми витрати ПММ на парк машин, необхідних для здійснення запланованого обсягу робіт. Вони розробляються на всіх рівнях планування потреб у паливі на роботу машин і затверджуються для державних господарств і організацій. Як пра-

вило, ці норми обчислюються розрахунково-аналітичними методами на підставі затверджених індивідуальних норм із визначенням нормативних коефіцієнтів і відповідних обсягів робіт.

На підставі індивідуальних і групових норм витрати розробляються *середні норми* витрати ПММ, які визначаються з урахуванням використання машин за часом і потужністю встановлених на них двигунів.

Технологічні норми — це норми витрати палива на виконання даних видів робіт (операцій) конкретними машинами. Вони враховують витрату палива на основні й додаткові технологічні процеси, виконання робіт (операцій), на розігрівання й запуск двигуна після технологічних перерв, а також обов'язкові втрати палива (технологічні й нетехнологічні) під час роботи машин.

Окремо мають нормуватися такі витрати палива:

- спричинені несанкціонованими відхиленнями від прийнятої технології та режимів роботи, недодержанням вимог до якості палива тощо;
- на капітальний ремонт машини (в тому числі на доставку машини до місця капітального ремонту й назад своїм ходом, випробування й обкатку капітально відремонтованих машин перед їх експлуатацією);
- в процесі зберігання й транспортування;
- на інші господарські потреби, не пов'язані з виконанням технологічного процесу.

§ 13.2

Методика розрахунку індивідуальних норм витрати палива для експлуатації будівельно-дорожніх машин

Вихідною інформацією для визначення індивідуальних норм витрати палива й розрахунку потреби в ньому слугують:

- дані експлуатаційних документів на машини та їхні силові установки;

- нормативні показники, які характеризують найбільш раціональні та ефективні умови роботи машин (час внутрішньозмінного використання, коефіцієнт використання потужності двигуна, питома витрата палива за номінальної потужності двигуна, природно-кліматичні умови тощо);
- результати спеціальних випробувань (хронометраж, фотографія робочого дня);
- звітні дані про планові й фактичні витрати палива (окремо бензину й дизельного палива) за минулі роки (за марками й видами машин, видами робіт у цілому по організації).

Індивідуальні норми витрати палива визначають на підставі паспортних даних про питому витрату палива двигунами конкретних машин різних типів і марок з урахуванням їх завантаження (використання) за потужністю й часом. Вони враховують експлуатаційні особливості конкретних типів машин. Ці норми розраховуються протягом робочої зміни для середніх умов експлуатації машини за плюсових температур без урахування витрати палива на технічне обслуговування, ремонт, зберігання машин і внутрішньогосподарські потреби.

Типові (середні) норми витрати ПММ для експлуатації техніки в будівництві розроблено на підставі існуючої методики з урахуванням положень, зазначених нижче.

1. Норми витрати палива розроблено відповідно до чинної інструкції за марками (моделями) БДМ, в тому числі закордонними, які експлуатуються в господарствах України.

2. Норми розраховано на 1 мото-год роботи конкретної машини (для певних розрахунків — у кілограмах, а для розрахунків з машиністами — в літрах) і враховують витрату палива на виконання будівельно-монтажних робіт, а також на запуск і прогрівання двигуна.

3. Норми витрат палива підвищуються в разі:

- роботи машин на будівельних об'єктах реконструкції будинків і споруд у тяжких умовах (на 10 %);
- роботи у тяжких дорожніх умовах у період сезонного бездоріжжя й підвищених снігових заметів (на 10 %);
- експлуатаційної обкатки нової машини (на 5 %). Тривалість експлуатаційної обкатки встановлюється відповідно до документації заводів-виготовлювачів машин;

- експлуатації машин, які пройшли капітальний ремонт (на 5 %);
- експлуатації машин із вичерпаним терміном служби (на 5 %);
- роботи машин у холодний період року за сталої середньодобової температури повітря, нижчої від 0 °С в умовах помірного клімату — на 10 %, холодного — на 15 %, а в районах Крайньої Півночі — на 20 %;
- роботи машин у гірській місцевості на висоті над рівнем моря 1000...15000 м — на 5 %, 1500...2000 м — на 10 %, 2000...3000 м — на 20 %, вищій за 3000 м — на 40 %;
- роботи машин із забезпечення навчального процесу (на 10 %);
- перевезення вантажів, що вимагають знижених швидкостей руху, наприклад перебазування баштових кранів (на 10 %).

4. Норми витрати палива знижуються в разі:

- погодинного режиму використання машин із перервами, що перевищують установлені технологією виконання робіт;
- заміни двигуна на інший із меншою контрольною витратою палива або меншою потужністю.

5. За наявності кількох підвищувальних (знижувальних) надбавок норма витрати палива встановлюється з урахуванням суми або різниці цих надбавок.

6. Витрата бензину для запуску дизельних двигунів встановлюється в розмірі 3 % улітку й 4,5 % — узимку від витрати дизельного палива.

7. Норми витрати мастильних матеріалів знижуються для машин, що експлуатуються до трьох років, на 50 % і підвищуються для машин, які експлуатуються понад вісім років, на 20 %.

8. Нормативна витрата розраховується в кілограмах за машино-годину. Для перерахунку в літри за мото-годину беруться такі коефіцієнти: для дизельного палива — 0,825, для бензину — 0,74 (середні показники за температури +20 °С).

9. Для перерахунку витрати в умовному паливі використовується калорійний еквівалент E , що становить: 1,45 — для дизельного палива і 1,49 — для бензину.

10. Норми витрати палива на роботу обладнання (генераторів, компресорів, насосів тощо) спеціалізованих транспортних засобів (майстерень для діагностування, технічного обслуговування, ремон-

ту тощо), що працюють від двигуна внутрішнього згоряння, беруть у розмірі 0,04 кг на кожний кіловат номінальної потужності двигуна на 1 год роботи обладнання.

Витрату оливи і мастил планують за витратою основного палива з урахуванням конструктивних особливостей машин і встановлених на них двигунів: дизельної оливи — 0,5...5,1 %, автотракторної оливи — 0,1...3,5 %, трансмісійної оливи — 0,7...1,4 %; мастил (універсальних, тугоплавких, загального призначення тощо) — 0,2...0,5 %. У разі роботи в гірській місцевості норма збільшується на 10 %.

Витрату робочої рідини та індустріальної оливи для гідравлічних систем будівельно-дорожніх машин планують на 1 год їхньої роботи:

- для автогрейдерів, бульдозерів, навантажувачів — 0,03...0,04 кг;
- для екскаваторів з місткістю ковша до 0,65 м³ — 0,07...0,08 кг;
- те саме з місткістю ковша 0,65...1,25 м³ — 0,08...0,09 кг;
- для скреперів і пересувних компресорів — 0,10...0,14 кг.

Витрату обтиральних матеріалів планують у розмірі 0,2...0,5 % від витрати палива.

§ 13.3 Норми витрати ПММ для автотранспорту

• **Види норм.** Розроблено такі види норм витрати палива автомобілями: контрольні, лінійні, маршрутні, групові та ін.

Контрольні норми витрати палива визначаються заводом-виробником автомобіля й характеризують рівень його технічної досконалості.

Лінійні норми витрати палива встановлюються після пробігу автомобіля 100 км без вантажу та будь-яких пристроїв, які перевищують масу автомобіля й збільшують витрату палива.

Для вантажних автомобілів і автопоїздів, робота яких визначається в тонно-кілометрах, лінійна норма збільшується на 2,7 л на кожні 100 км пробігу. Крім того, норми витрати палива корегуються залежно від кліматичних умов, стану дороги та інших факторів.

Такі норми називають *диференційованими*. Вони можуть збільшуватися або зменшуватися.

Маршрутні норми витрати палива встановлюються для автобусів керівниками підприємств за погодженням із вищою організацією.

Групові норми витрати палива визначають потреби підприємства і обчислюються на підставі лінійних норм.

Норма витрати палива бортовими вантажними автомобілями й автопоїздами, що працюють у нормальних дорожніх і кліматичних умовах, визначається як сума норми витрати на транспортну роботу ($100 \text{ т} \cdot \text{км}$) та лінійної норми на 100 км пробігу автомобіля:

$$Q_n = 0,01 K_c (Q_o l_z + Q_d P),$$

де K_c — коефіцієнт сезонного збільшення норми; Q_o — основна норма витрати палива, $\text{л}/100 \text{ т} \cdot \text{км}$; l_z — загальний пробіг автомобіля за зміну, км ; Q_d — додаткова норма витрати палива на кожні 100 км транспортної роботи, $\text{л}/100 \text{ км}$; P — обсяг транспортної роботи.

Норми витрати палива для роботи обладнання спеціальних автомобілів, як і для БДМ, встановлюються на 1 год роботи кожного виду обладнання. Норми витрати палива й мастильних матеріалів для автомобілів, що використовуються в будівельній промисловості, регламентовано за встановленою потужністю двигуна й вантажопідйомністю. Плануючи витрату палива для вантажних автомобілів з автопричепами, на кожні $100 \text{ т} \cdot \text{км}$ для автомобілів із бензиновими двигунами встановлюють додаткову витрату палива 2 л , для автомобілів із дизельними двигунами — $1,3 \text{ л}$. Для самоскидів передбачено збільшення норм витрати палива на кожну поїздку з вантажем (для розвантаження) в розмірі $0,25 \text{ л}$.

Норму витрати палива для автомобілів, які працюють узимку, підвищують на 4% за температури -5°C та на 15% за температури -35°C . Періоди застосування зимових норм встановлюються керівниками підприємств згідно з постановами керівних органів, в яких враховуються кліматичні зони експлуатації машин.

Чинні в Україні норми витрати оливи й мастил автомобілями наведено в табл. 13.1.

Таблиця 13.1

**Норми витрати олив, л,
і мастил, кг, для автомобілів**

Види олив і мастил	На 100 л загальної витрати палива та 100 м³ стисненого газу		
	Автомобілі всіх видів, які працюють на зрідженому газі	Вантажні автомобілі й автобуси, які працюють на дизельному паливі	Автомобілі БелАЗ і МоАЗ, які працюють на дизельному паливі
Оливи:			
моторні	2,4	3,2	5,0
трансмісійні	0,3	0,4	0,5
спеціальні	0,1	0,1	1,0
Мастила	0,2	0,3	0,3

● **Методи розрахунку.** Без науково й технічно обґрунтованих норм витрати палива неможлива його економія. Тому розробка й впровадження таких норм належать до найголовніших завдань в автотранспортній галузі.

Для розробки норм витрати палива застосовують різні методи: аналітичний (розрахунковий), розрахунково-статистичний та експериментальний. Найточнішим і найперспективнішим є *аналітичний метод*.

Розрахунково-статистичний метод ґрунтується на статистичних даних і застосовується в основному для розробки групових норм витрати палива.

Експериментальний метод застосовується лише для встановлення маршрутних норм.

У технічних умовах зазначаються верхні межі відхилень від основної норми, тому на АТП нормування здійснюється, як правило, за верхньою межею. Основні норми дещо завищені, а додаткові (за кожну тонну перевезеного вантажу) — занижені. Це призводить до

приписок та інших негативних явищ. Насправді витрата палива залежить від реальних умов експлуатації машин.

● **Порядок і вимоги дослідної перевірки індивідуальних норм.** Перевірку індивідуальних норм витрати палива здійснюють у послідовності, зазначеній нижче.

1. Проводять діагностування й, у разі потреби, регулювання паливної апаратури.

2. Перед початком робіт із дослідної перевірки норм забезпечують герметичність усієї паливної системи.

3. Машини однієї марки кожної дослідної групи умовно розбивають на три підгрупи:

- 1) три машини, які ще не проходили капітального ремонту, із напрацюванням від початку експлуатації не більше ніж 5 тис. мото-год;
- 2) три машини, які пройшли один капітальний ремонт і більше в умовах спеціалізованого ремонтного заводу, але не відпрацювали амортизаційного терміну служби;
- 3) три машини, які відпрацювали свій амортизаційний термін і ще експлуатуються.

Якщо парк машин дуже старий, то до першої групи включають три найновіші серед них. Машини, що не пройшли обкатки, до випробувань не беруться. Засоби контролю роботи всіх випробовуваних машин мають бути справними.

4. Машиністи, які беруть участь у проведенні вимірювань, повинні мати достатній досвід роботи на машині цієї марки.

5. Як засіб контрольних вимірювань витрати палива використовують звичайну вимірювальну лінійку; може використовуватися метод доливання або спеціальний мірний бак.

6. Після заправлення бака паливом до контрольної позначки в присутності членів комісії всі зливні та заливні отвори паливної системи пломбують.

7. Контрольні вимірювання проводять до початку й наприкінці робочої зміни мінімум тричі й беруть середнє значення.

8. Загальна тривалість випробування однієї машини — не менш як 10 діб.

9. Контрольна витрата палива визначається в середніх умовах експлуатації на основних будівельно-монтажних роботах за плюсових температур навколишнього середовища.

10. Перед контрольним вимірюванням за допомогою лінійки машину необхідно встановити на рівній горизонтальній площині.

11. Технічні протоколи контрольних вимірювань формують стосовно кожної контрольованої машини.

12. Після узагальнення результатів дослідної перевірки остаточно встановлюють значення індивідуальних норм витрати палива за марками (моделями) машин, що експлуатуються в господарстві.

§ 13.4 Способи й засоби вимірювань кількості палива та олив

Схема раціонального витрачання

ПММ на експлуатацію машин у всіх країнах обов'язково передбачає їх облік і контроль.

Основні завдання контролю:

- установлення відповідності якості ПММ вимогам стандартів та іншої нормативно-технічної документації;
- установлення правильності виконання робіт із ПММ на всіх технологічних операціях;
- додержання вимог охорони праці, техніки безпеки й захисту навколишнього середовища;
- організація аналізу інформації про кількісні та якісні втрати ПММ;
- організація обліку.

Контроль може бути *вхідним, суцільним, вибіркоvim та оперативним*. Для визначення кількості ПММ використовують два методи: *ваговий та об'ємно-ваговий*.

Під час приймання та видавання ПММ об'ємно-ваговим методом визначають їх об'єм із подальшим перерахунком в одиниці маси (окремо за кожною маркою ПММ). Під час видавання ПММ у дрібну тару їхню кількість, як правило, визначають зважуванням. Засоби вимірювань кількості ПММ наведено в табл. 13.2.

Способи й засоби вимірювань кількості ПММ під час приймання, зберігання та видавання
Таблиця 13.2

Операція	Спосіб вимірювання	Вимірювані величини	Вимірювальні прилади
Приймання: з нафтоналивних суден	У берегових резервуарах за калібрувальними таблицями	Рівень ПММ у резервуарах	Рулетка сталевая
	Пропусканням крізь лічильники	Густина Температура Об'єм за показами лічильника	Нафтоденсиметр Термометр Лічильник для нафтопродуктів
	За калібрувальними таблицями	Густина Температура	Нафтоденсиметр Термометр
	У резервуарах складу ПММ за калібрувальними таблицями	Рівень палива в цистернах	Метришок, таврорейка
	За калібровою повної місткості резервуара	Густина Температура	Нафтоденсиметр Термометр
із залізничних цистерн	У резервуарах складу ПММ за калібрувальними таблицями	Рівень палива в резервуарі	Рулетка сталевая або метришок
	За калібровою повної місткості резервуара	Густина Температура	Нафтоденсиметр Термометр
	За калібровою повної місткості резервуара	Повна місткість	Нафтоденсиметр
	Зважуванням	Густина Температура	Термометр
	Зважуванням	Маса	Терези, гири
Зберігання: в резервуарах у дрібній тарі	У резервуарах за калібрувальними таблицями	Рівень палива в резервуарі	Рулетка сталевая або метришок
	Зважуванням	Густина Температура Маса	Нафтоденсиметр Термометр Терези, гири

Закінчення табл. 13.2

Операція	Спосіб вимірювання	Вимірювані величини	Вимірювальні прилади
у баках машин	Вимірюванням рівня наливу в бак	Об'єм за показами вимірювальної лінійки Густина Температура	Лінійка вимірювальна Нафтоденсиметр Термометр
Відпускання в транспортні цистерни, заправні агрегати, бочки тощо	За калібровою повної місткості резервуара Пропусканням крізь лічильники, автозаправні колонки	Повна місткість Густина Температура Об'єм за показами лічильника Густина Температура	Лінійка вимірювальна Нафтоденсиметр Термометр Лічильник для нафтопродуктів Нафтоденсиметр Термометр
Заправляння машин: паливом оливою	Пропусканням крізь лічильники паливозаправних колонок і механізованих заправних агрегатів Пропусканням крізь лічильники оливороздавальних колонок Зважуванням За допомогою мірної кружки	Об'єм за показами лічильника Густина Об'єм за показами лічильника Густина Маса Повна місткість мірної кружки Густина	— Нафтоденсиметр — Нафтоденсиметр Терези Мірна кружка Нафтоденсиметр
Відпускання мастила	Зважуванням Заправлянням разовою тубою	Маса Маса пластичного мастила в тубі за етикеткою	Терези настольні —

● **Точність вимірювань, пов'язаних із кількістю ПММ, має бути такою:**

рівня	± 1 мм
густини	$\pm 0,005$ г/см ³
температури	± 1 °C

Похибка вимірювальних пристроїв, %, і приладів обладнання має не перевищувати:

терезів	$\pm 0,1$
автоцистерн	$\pm 0,5$
паливороздавальних колонок (для дизельного палива)	
і паливороздавальних агрегатів	$\pm 0,5$
об'ємних лічильників	$\pm 0,5$

Кількість нафтопродуктів вимірюється за допомогою рулетки, метрштока, а в залізничних цистернах — таврорейкою.

Сумарна похибка вимірювань маси має не перевищувати $\pm 0,5$.

В автоцистерні об'єм ПММ визначають за рівнем нафтопродукту відносно витаруваної планки на горловині цистерни.

Вимірюючи дійсну кількість нафтопродукту, який міститься в цистерні, насамперед визначають кількість води на дні резервуара. Рівень підтоварної води визначають за допомогою водочутливих стрічок або паст, які приклеюються (стрічки) або наносяться (паст) на метрштоки, таврорейки та лоти.

У разі видавання ПММ в бочках, бідонах тощо нафтопродукти зважують.

Рівень палива в баці машини визначають за допомогою витаруваної лінійки. Перерахунок одиниць об'єму ПММ в одиниці маси здійснюють за формулою

$$G_n = V_n g_t$$

Тут G_n , V_n — відповідно маса і об'єм нафтопродукту; g_t — його густина за температури вимірювань,

$$g_t = g_{20} + \gamma(t - 20),$$

де g_{20} — густина нафтопродукту за температури 20 °C; γ — температурна поправка до значення густини нафтопродукту, кг/м³.

§ 13.5
Організація обліку,
раціональне використання
й економна витрата ПММ

• **Облік ПММ.** Господарства, які мають на балансі будівельні та інші машини з двигунами внутрішнього згоряння, зобов'язані вести кількісний облік ПММ в об'ємних і масових одиницях. Облік має здійснюватися під час приймання, зберігання й видавання ПММ на експлуатацію машин, а також під час збирання відпрацьованих нафтопродуктів.

Для спрощення внутрішньогосподарського обліку руху дизельного палива під час надходження, зберігання та видавання його допускається здійснювати в одиницях об'єму.

У кожному господарстві має вестись облік:

- палива (натурою й талонами) за кожною машиною й по господарству в цілому (в літрах);
- мастильних матеріалів і спеціальних рідин (у літрах) і пластичних мастил (у кілограмах) по організації в цілому.

Облік під час надходження ПММ із нафтобаз на склад споживача має здійснюватися на підставі товарно-транспортної накладної та паспорта якості на паливо.

Для складського обліку надходження (видавання) нафтопродукту на склад ПММ за кожним їх видом і маркою має вестись книга складського обліку або окрема картка складського обліку матеріалів. У книзі або картці протягом тижня реєструється надходження (видавання) ПММ, а після кожної операції — кількість залишків.

Так само ведеться облік талонів на ПММ.

У місцях зберігання ПММ у господарстві-споживачі матеріально відповідальними особами має вестись складський облік, а в бухгалтерії — облік ПММ за даними обліку кожної матеріально відповідальної особи.

Бухгалтерський та складський облік ПММ у натурі ведеться в одиницях маси (кілограмах), а облік ПММ за талонами — в одиницях об'єму (літрах).

Облік ПММ під час видавання ведеться на підставі лімітно-забірної картки або відомості.

Лімітно-забірна картка ведеться на кожну машину парку; в неї протягом місяця записують кількості одержаного ПММ (в межах ліміту).

Видавання ПММ на господарських пунктах здійснюється в межах встановленого ліміту за накладними.

Правильність записів засвідчується підписом особи-споживача в документах первинного обліку, які додаються до звіту про рух ПММ у господарстві.

Основним документом первинного обліку ПММ є рапорт-наряд (шляховий листок) про змінну роботу машини. Відповідні записи мають робитися в лімітно-забірних картках або у відомостях з підписами в них одержувача та роздавальника ПММ.

Усі документи первинного обліку видавання й витрати ПММ у господарстві надходять у бухгалтерію, де перевіряються і опрацьовуються.

● **Основні напрямки раціонального використання та економної витрати ПММ.** Проблема економії палива в усіх країнах світу стає дедалі нагальнішою, оскільки запаси нафти з кожним роком різко скорочуються. В Україні своєї нафти дуже мало.

Практично в процесі експлуатації машин можна економити до 20...30 % палива. Слід пам'ятати, що витрата палива залежить від технічного стану машин і режимів їхньої роботи.

Раціональна та економна витрата ПММ визначається:

- правильним виконанням технологічних операцій під час транспортування, зберігання й видавання нафтопродуктів і управління машин;
- раціональними організацією та режимами роботи машин;
- своєчасним та якісним виконанням технічного обслуговування й ремонтів машин і обладнання нафтоскладів.

Втрати ПММ можуть бути *експлуатаційними, якісними* (обводнення, забруднення, окиснення тощо) та *кількісними*. Останні поділяються на аварійні (стихійні лиха, пошкодження резервуарів) та природні (втрата палива під час зберігання, транспортування, заправлення).

Причини кількісних втрат ПММ:

- використання не за призначенням;

- витікання з резервуарів, цистерн, баків тощо;
- залишки в місткостях і трубопроводах після зливання;
- втрати в процесі фільтрування, зливання осадів;
- перевитрата в разі поганого технічного стану машин і нерациональних режимів їхньої роботи;
- неправильний добір;
- нерациональна організація роботи машин.

Основні напрями зменшення втрат ПММ:

- рациональне розміщення й експлуатація нафтосховищ;
- встановлення прогресивних норм витрати ПММ;
- удосконалення організації та технології ТО і ремонтів;
- удосконалення організації використання машин;
- упровадження передових методів організації праці.

Рациональну організацію розміщення й експлуатації нафтосховищ можна забезпечити:

- визначенням оптимальної потреби в ПММ і зберіганням запасів нафтопродуктів відповідно до обсягів роботи й кількості машин у парку за номенклатурою;
- централізованим забезпеченням ПММ;
- удосконаленням організації збирання відпрацьованих нафтопродуктів та їх очищення;
- контролем якості;
- рациональною організацією заправлення машин;
- використанням ПММ тільки за прямим призначенням;
- дотриманням правил техніки безпеки та здійсненням протипожежних заходів.

Установлення прогресивних норм витрати ПММ на роботу, ТО й ремонт машин забезпечується визначенням та впровадженням:

- оптимальних індивідуальних норм за марками машин;
- групових норм витрати ПММ на роботу машин;
- рациональної організації збирання відпрацьованих ПММ;
- рациональних норм витрати ПММ на ТО й ремонт.

Удосконалення організації і технології ТО й ремонтів можна досягти:

- своєчасним проведенням повного обсягу робіт із ТО й ремонту;
- своєчасним контролем технічного стану машин за допомогою технічних засобів діагностування;

- своєчасним контролем якості олив і робочої рідини;
- раціональною періодичністю очищення робочої рідини та заміни олив;
- уніфікацією робочої документації;
- уніфікацією мастильних матеріалів;
- раціональним використанням мастил у процесі мащення машин і механізмів.

Удосконалення організації використання машин передбачає:

- використання оптимальної потужності машин;
- вибір раціональних режимів і технологій виконання робіт (забезпечення максимального навантаження двигуна за потужністю й продуктивністю, зменшення часу роботи двигуна на холостому ходу);
- заправлення машин ПММ механізованими рухомими засобами на місцях використання машин;
- організацію стаціонарних постів заправки ПММ на місцях використання машин;
- упровадження підігрівальних засобів і полегшення запуску машин узимку;
- раціональну організацію роботи допоміжних машин і автотранспорту;
- раціональне комплектування машин навісним обладнанням;
- раціональне формування парків машин і комплектів машин для комплексно-механізованих робіт;
- використання машин за їхнім функціональним призначенням;
- експлуатацію машин у технічно справному стані.

§ 13.6 **Експлуатація складів ПММ**

- **Склад ПММ** господарства призначений для виконання комплексу робіт із планування, обліку витрат, транспортування, зберігання, видавання, збирання та здавання відпрацьованих нафтопродуктів, а також для контролю їхньої якості й технічного обслуговування складського обладнання.

Склади ПММ поділяються на *центральні* (зі стаціонарним пунктом заправлення машин на території господарства, який може мати спеціальний пост заправлення на дільниці) та *пересувні* (для обслуговування машин на місцях заправлення).

Центральні склади можуть створюватись як для одного господарства, так і для кількох.

Будівництво центральних складів здійснюється за типовим проектом. Склад має забезпечити необхідний запас ПММ для господарства. Цей запас поділяється на поточний, страховий і підготовчий.

Поточний запас ПММ — середній запас для господарства для забезпечення постійної роботи парку машин за рівномірних надходження й витрати нафтопродуктів.

Страховий запас ПММ необхідний для забезпечення споживачів нафтопродуктами з деяким зниженням надійності роботи обладнання в разі перерв у їх доставлянні.

Підготовчий запас ПММ призначений для забезпечення споживачів нафтопродуктами в період їх приймання й підготовки до використання.

У процесі експлуатації складів ПММ мають забезпечуватися:

- дотримання правил пожежної безпеки;
- додержання чинних санітарних норм і правил охорони й захисту від забруднення довкілля;
- максимальна механізація технологічних операцій у процесі приймання, перекачування й видавання нафтопродуктів;
- запобігання забрудненню, обводненню й змішуванню ПММ.

Нафтопродукти слід зберігати на складі в горизонтальних і вертикальних, краще — в заглиблених резервуарах.

На кожному резервуарі мають бути чітко написані його місткість, номер і марка ПММ.

Резервуари й тару заповнюють з урахуванням можливого теплового розширення нафтопродуктів, які в них зберігаються.

На сховище, а також паливозаправні пункти мають бути паспорти, що складаються технічною службою підприємств (управлінь механізації) за типовою формою.

Залежно від технічної озброєності сховищ паливо може зберігатися в підземних, напівпідземних (заглиблених) або наземних резервуарах з необхідною арматурою та обладнанням відповідно до чинних правил.

До місткостей із паливом, тари з оливами, мастилами й спеціальними рідинами має забезпечуватися вільний доступ. На них має бути відповідне маркування із зазначенням маси, марки й сорту продукту, що зберігається.

Кількість палива, що зберігається в резервуарі, визначається за колібрувальними таблицями, які є (чи складаються) на кожний резервуар.

Спеціальні рідини (гальмові, антифризи тощо) слід зберігати окремо від інших нафтопродуктів у щільно закритій та опломбованій тарі з написом «Отрута».

Старі спеціальні рідини необхідно зберігати окремо.

Кількість ПММ, які зберігаються в бочках, бідонах тощо, як правило, визначають зважуванням.

Розміщення сховищ та їх технічне оснащення, порядок функціонування, а також граничні об'єми нафтопродуктів, що зберігаються, узгоджуються з місцевими органами пожежної охорони. При цьому враховуються займистість і температура спалаху нафтопродуктів (табл. 13.3).

Таблиця 13.3

Класифікація продуктів за температурою спалаху

Нафтопродукти	Група	Клас	Температура спалаху, °С
Бензин, розчинники та інші	Легкозаймисті	I	<28
Тракторні й освітлювальні гаси	»	II	25...45
Дизельні палива, мазути, відпрацьовані оливи	»	III	45...120
Оливи й мастила	Горючі	IV	>120

● **Технічне обслуговування й ремонт складського обладнання.** Обладнання складів, як і машини, підлягає плано-запобіжному технічному обслуговуванню й ремонту (ТОР). Система ТОР передбачає: щозмінне (ЩО) й періодичне технічне (ТО-1 і ТО-2) обслуговування (табл. 13.4), а також поточний і капітальний ремонт.

Для виконання ТОР необхідно складати річний і місячний плани ТО й ремонтів, які затверджуються головним інженером господарства.

Таблиця 13.4

**Періодичність технічного обслуговування
обладнання складів ПММ**

Обладнання	ЩО	ТО-1	ТО-2
Паливо- й оливо-роздавальні колонки, приймально-роздавальні стояки, пересувні заправні агрегати	Щодобово	Після видачі 200 тис. л палива, але не рідше, ніж раз на 3 міс	Після видачі 100 тис. л, але не рідше, ніж раз на 6 міс
Резервуари з арматурою й системою паливопроводів	»	Через кожні 6 міс	Через кожні 24 міс для резервуарів із бензином і через 12 міс — із дизельним паливом

ТО обладнання передбачає ремонтні роботи з усунення виявлених неполадок (табл. 13.5).

Таблиця 13.5

**Основні неполадки паливозаправних колонок
для заправлення машин дизельним паливом**

Неполадки	Причини неполадок	Спосіб усунення
Наявність бульбашок повітря в індикаторі	Порушення герметичності всмоктувального трубопроводу	Визначити місце порушення герметичності й усунути неполадку
	Засмічення клапана поплавкової камери	Очистити клапан
Підтікання палива із захисного роздавального крана	Зношеність або несправність роздавального крана	Усунути неполадки та перевірити герметичність
Продуктивність колонки різко спала, насос працює з перенавантаженням, стрілка лічильника не рухається	Заклинення овальних шестерень лічильника рідини	Розібрати лічильник, промити деталі та опломбувати (роботу виконує спеціаліст у майстерні)
Продуктивність колонки нижча за номінальну	Засмічення фільтра попередньої очистки палива	Промити сітку фільтра

Закінчення табл. 13.5

Неполадки	Причини неполадок	Спосіб усунення
	Засмічення фільтра тонкої очистки палива	Промити фільтрувальний пакет і в разі потреби замінити диски або чохол із нетканого матеріалу
	Ослаблення пружини перепускного клапана	Відрегулювати тиск відкриття перепускного клапана або замінити пружину
	Зависання паливного насоса	Розібрати паливний насос, зачистити пази ротора й забезпечити вільний хід лопаток у них
Насос раптово припинив подачу палива	Лопнула пружина перепускного клапана	Замінити пружину
Електродвигун і насос працюють із помітним перевантаженням при закритому роздавальному крані	Надто затягнута пружина перепускного клапана паливного насоса	Відрегулювати тиск відкриття перепускного клапана

• Допустимі терміни зберігання ПММ наведено в табл. 13.6.

Таблиця 13.6

Приблизні терміни зберігання ПММ, років

Нафтопродукти	Кліматична зона		
	північна	середня	південна
Автомобільний бензин, що зберігається:			
в наземних резервуарах	1,5	1,5	1,0
в підземних »	2,0	2,0	1,5
в бочках	1,2	1,0	0,5
в баках автомобілів	0,5	0,25...0,5	0,5

Закінчення табл. 13.6

Нафтопродукти	Кліматична зона		
	північна	середня	південна
Дизельне паливо, що зберігається: в резервуарах у баках автомобілів	6 5	6 5	6 5
Автотракторні та дизельні оливи з присадками	4	4	4
Автотракторні та дизельні оливи без присадок; оливи трансмісійні автотракторні, охолоджувальна рідина	5	5	5

● **Одержання й видавання нафтопродуктів.** Робітник, який відповідає за приймання та зберігання нафтопродуктів, перевіряє наявність і правильність заповнення товарно-транспортних накладних і паспорта якості. В паспорті для даного палива (оливи) наводяться конкретні значення лише тих показників, які регламентовано відповідним державним стандартом.

У документах нафтобази або постачальника (платіжні відомості, накладна) зазначаються кількість одержаних нафтопродуктів за марками в одиницях маси та об'єму, густина тощо.

Оприбутковування нафтопродуктів здійснюється в день їх надходження на підприємство. Основним документом для оприбутковування за централізованого доставляння є товарно-транспортна накладна. В разі доставляння нафтопродуктів транспортом управління механізації оформляється прибутковий ордер типової форми.

Перед зливанням палива в місткості необхідно перевірити стан тари, в якій надійшли нафтопродукти. В разі виявлення води її зливають, про що робиться запис у приймальному акті. На нафтопродукти, що надійшли без паспорта якості, необхідно скласти акт і зберігати їх в окремих місткостях. *До встановлення сорту та якості нафтопродуктів, прийнятих без паспорта, витратити їх не дозволяється.*

У господарствах, де є власні пункти заправляння машин, зберігання й видавання ПММ мають організовуватися так, щоб не відбувалися їх втрата й погіршення якості. При цьому слід забезпечити механізацію складських операцій і додержання правил техніки безпеки та санітарно-гігієнічних умов.

Паливо й мастильні матеріали, як і єдині талони на їх одержання на державних АЗС, видаються тільки після пред'явлення шляхового листка чи заправної відомості, куди записують кількість виданого палива. Крім того, цю саму кількість палива записують у щоденну відомість витрати палива й мастильних матеріалів.

Видавання нафтопродуктів на внутрішньогаражні потреби здійснюється за накладними.

Видавання ПММ зі складу організації та вимірювання їхньої кількості здійснюється методами й способами, регламентованими державним стандартом.

У баки машин, бочки й дрібну тару паливо видається тільки через роздавальні колонки з лічильниками, а дизельне паливо — додатково крізь фільтри. Заправлення машин відкритим способом не дозволяється.

§ 13.7 Організація збирання відпрацьованих нафтопродуктів

Відпрацьованим вважається нафтопродукт, який досягнув установленого для нього терміну служби й утратив фізико-хімічні та експлуатаційні властивості, визначені нормативно-технічною документацією, і став непридатним для використання за прямим призначенням. Відпрацьовані нафтопродукти підлягають регенерації (відновленню) для їх повторного використання. Всі господарства, незалежно від об'єму використовуваних нафтопродуктів, зобов'язані збирати їх і відправляти на базу нафтозбутових господарств (табл. 13.7).

Таблиця 13.7

**Показники якості відпрацьованих нафтопродуктів,
які здаються нафтозбутовим господарствам**

Показник якості	ММО	МИО	СНО
В'язкість кінематична, мм ² /с, за температури: 50 °С 100 °С	25 5	5 —	— —
В'язкість умовна за 20 °С, мм ² /с, не менше	29	13	—
Температура спалаху, яка визначається у відкритому тиглі, °С, не нижче	100	120	—
Масова частка механічних домішок, %, не більше	2	2	3
Масова частка води, %, не більше	4	4	5
Масова частка бензину або дизельного палива, %, не більше	6	6	—

Норми зберігання й відправлення відпрацьованих нафтопродуктів мають плануватися в господарствах як у цілому, так і за групами, що регламентуються ГОСТ 21046—86 «Нефтепродукты отработанные. Общие требования» (табл. 13.8).

Таблиця 13.8
Нафтопродукти відпрацьовані (за ГОСТ 21046—86)

Група нафтопродуктів	Найменування групи	Допустимий склад групи
ММО	Оливи моторні відпрацьовані	Автотракторні дизельні, в тому числі моторні оливи, які використовуються в гідравлічних системах і коробках передач автомобілів
МИО	Оливи індустріальні відпрацьовані	Індустріальні, в тому числі компресорні, гідравлічні, технологічні та оливи, які добуваються з відпрацьованих нафтових емульсій
СНО	Суміші нафтопродуктів відпрацьованих	Нафтопродукти, які використовувалися для промивання, трансмісійні й не відповідають вимогам груп ММО і МИО за в'язкістю й температурою спалаху, а також суміші нафтопродуктів, що збираються під час очищення резервуарів, цистерн і вилучаються з очисних споруд

Примітка. Групи ММО та МИО призначені для регенерації, а СНО — для переробки на нафтопереробних підприємствах та іншого використання.

Організація зберігання відпрацьованих нафтопродуктів у кожному господарстві має передбачати комплекс таких заходів:

- планування, виконання й забезпечення робіт зі збирання, зберігання й транспортування технічними засобами;
- виявлення можливостей і областей раціонального використання;
- звіт і звітність;

- заходи безпеки;
- систематична технічна пропаганда раціонального використання ПММ.

Для забезпечення збирання й зберігання відпрацьованих нафтопродуктів кожна діляниця господарства має бути оснащена відповідними технічними засобами. Відпрацьовані нафтопродукти слід зберігати окремо за групами. На кожній місткості має бути напис із позначенням нафтопродуктів. При цьому має забезпечуватися захист відпрацьованих нафтопродуктів від забруднення та обводнення. Оптимальна кількість резервуарів і місткостей, продуктивність насосів, діаметр трубопроводів, засобів механізації на пункті зберігання відпрацьованих нафтопродуктів визначаються для кожного господарства окремо з урахуванням умов (кількості відпрацьованих нафтопродуктів, тривалості зберігання, засобів транспортування тощо).

Здавання відпрацьованих нафтопродуктів на нафтобазу або інші пункти приймання оформляється документально. Нафтобаза оплачує вартість нафтопродуктів за прејскурантом.

Відпрацьовані нафтопродукти в суміші з речовинами ненафтового походження, не прийняті нафтобазою, підлягають утилізації господарством, яке здає відпрацьовані нафтопродукти.

§ 13.8 Відновлення якості нафтопродуктів

Найважливішими джерелами нафтопродуктів є раціональне використання й регенерація (відновлення) відпрацьованих нафтопродуктів.

Регенерація оливи полягає в її очищенні від нагромаджених забруднень, паливних фракцій, продуктів старіння, відпрацьованих компонентів присадок.

• **Методи відновлення нафтопродуктів** поділяються на:

- *фізичні* — відстоювання, фільтрування, центрифугування, обробка в електричному, магнітному й ультразвуковому полях;
- *гідродинамічні* — пропускання крізь спеціальний клапан під тиском із наступним його редукуванням до атмосферного. Це порушує коагулювання асфальтово-смолистих речовин;

- *фізико-хімічні* — адсорбування, введення присадок.
- Вимоги до системи очищення ПММ:**
- забезпечення повного очищення ПММ, які після цього мають відповідати технічним характеристикам цих нафтопродуктів із допустимим відхиленням фізико-хімічних властивостей;
 - надійність і зручність в експлуатації;
 - ефективність видалення з ПММ механічних домішок і води;
 - достатньо великий термін роботи очисників між очистками або до заміни в них фільтрувальних елементів;
 - простота конструкції та обслуговування;
 - низька вартість.

Найбільш прості й доступні в експлуатації фізичні методи: відстоювання, фільтрування, центрифугування.

Під час *відстоювання* палива вода й механічні домішки осідають на дно резервуара. Найшвидше опускаються великі абразивні домішки. Відстоювання використовують як самостійний процес відновлення якості ПММ, а також як попередній перед фільтруванням. Відстоюванням із палива видаляють частинки розміром 2...5 мкм і більше, а з олив — до 50...100 мкм. Паливо й оливу відстоюють у резервуарах (бензин — за кімнатної температури, а дизельне паливо й оливу для прискорення процесу — з підігріванням до температури 50...70 °С). Для контролю якості очистки ПММ після їх відстоювання беруть проби з різних місць резервуарів.

Фільтруванням забезпечується очищення палива від механічних домішок без зміни хімічного складу. Фільтрувальними елементами слугують сітки, повсті, тканини, папір тощо (табл. 13.9, 13.10).

Таблиця 13.9

Характеристика фільтрувальних матеріалів

Фільтрувальний матеріал	Нафтопродукт	Діапазон робочих температур, °С	Тонкість фільтрації, мкм	Пористість, %
ФНС-5	Робоча рідина	−60...+200	5...8	37
ФНС-2	Те саме	−60...+200	2...5	32

Закінчення табл. 13.9

Фільтрувальний матеріал	Нафтопродукт	Діапазон робочих температур, °С	Тонкість фільтрації, мкм	Пористість, %
Сітки: 80/720	Паливо, робоча рідина	-60...+120	16...25	28
685	Те саме	-60...+120	40...60	20
C-200	»	-60...+200	60...80	18
Папір АБФ	»	-30...+60	5...10	25
Тканина ФП	»	-25...+50	0,5...0,1	30

Таблиця 13.10

Основні характеристики фільтрувальних елементів (грубої очистки)

Фільтри	Тонкість фільтрації, мкм	Швидкість рідини, м/с	Перепад тиску, МПа, у фільтрі	
			чистому	засміченому
Сітчасті	100...200	0,02...0,1	0,02...0,04	0,08...0,1
Пластинасті	50...120	0,06...0,12	0,02...0,04	0,08...0,1
Щілинні (з дротинок)	70...140	0,03...0,06	0,02...0,04	0,08...0,1
Тканинні	30...40	0,005...0,01	0,05...0,07	0,13...0,15

Фільтруванням забезпечується повне очищення дизельного палива від механічних домішок розміром до 10...15 мкм. Паливні фільтри грубої очистки призначені для видалення частинок розміром до 80...100 мкм, а тонкої — до 1...20 мкм.

До критеріїв, які визначають необхідність очищення робочої рідини, належать зазори між поверхнями спряжених деталей гідрообладнання й номінальний тиск у системі (табл. 13.11). Зміна діапазону номінальної тонкості очищення від 0,25...30 до 5...10 мкм дає змогу зменшити інтенсивність зниження об'ємного ККД у 7...8 разів.

Таблиця 13.11

**Тонкість фільтрації і клас чистоти РР
для гідрообладнання**

Гідрообладнання й деталі, що спрацьовуються	Зазори між деталлями, мкм	Тонкість фільтрації, мкм	Клас чистоти рідини
Шестеренчасті насоси й гідромотори ($p_{\text{ном}} = 10...16$ МПа):			
між вершиною шестерень та розточкою в корпусі	20...80	40...63	14...16
між торцями шестерень і кришками	20...40	40...63	14...16
Аксіально-поршневі насоси й гідромотори з торцевим розподільником ($p_{\text{ном}} = 16...25$ МПа) між поршнем і блоком	20...40	16...25	12...13
Гідророзподілювачі золотникові з діаметром кутового проходу 20, 25, 32 мм і $p_{\text{ном}} = 16...25$ МПа між запірним елементом і корпусом (втулкою)	10...20	10...25	11...12
Гідроциліндри поршневі двобічної дії ($p_{\text{ном}} = 16...32$ МПа) між:			
гільзою і поршнем	150...200	40...80	14...16
штоком і прямою втулкою	100...170	40...80	14...16

Центрифугування — процес розділення неоднорідних сумішей (наприклад, палива й оливи з водою, палива з оливою) під дією відцентрових сил. Центрифугуванням зазвичай очищують робочі рідини.

Сепарація — відділення твердих частинок від рідин (наприклад, механічних домішок від палива й оливи) (табл. 13.12).

Таблиця 13.12

**Характеристика відкладень на фільтрах
тонкої очистки та у відцентровому очиснику
після очищення дизельної оливи**

Показник	Фільтр тонкої очистки	Відцентровий очисник
Загальна маса відкладень після 100 год роботи двигуна, кг	2,37	0,58
Неспалима частина відкладень механічних домішок, %	9,5	51,2
Склад спалимої частини відкладень:		
смоли	68,4	31,5
окисислоти	7,7	2,3
асфальтени	1,0	0,4
карбени	13,4	14,9

За допомогою центрифуг видалити розчинні смоли неможливо, тому для очищення нафтопродуктів доцільно застосовувати сепаратори (табл. 13.13) та фільтри.

Таблиця 13.13

**Характеристика сепараторів для очищення
дизельних палив**

Показник	СЦ-1,5	СЦ-3
Продуктивність, л/год	1950	3100
Висота всмоктування, м	4,5	4,5
Потужність електродвигунів, кВт	2,8...3,2	3,9...4,5
Тиск нагнітання, МПа	0,4	0,4
Частота обертання барабана, с ⁻¹	118,7	79,0
Діаметр тарілок, мм:		
максимальний	170	234
мінімальний	65	100
Кількість тарілок	40	56
Габаритні розміри сепаратора, мм	1087×500×840	1140×735×980
Маса, кг	269	390

Найперспективнішим способом очищення ПММ і РР є використання очисних засобів на основі відцентрового силового поля, що забезпечує видалення механічних домішок густиною 1,4...8 г/см³, які становлять основну масу (табл. 13.14).

Таблиця 13.14

**Характеристика забруднень оливи,
що вловлюються центрифугами дизелів**

Показник	Марка дизеля		
	СМД-14	Д-50	Д-37
Кількість відкладень у центрифугі, г	174	237	137
Зольність відкладення, %	14	16	21
Ступінь очищення оливи від домішок	0,49	0,64	0,72
Масова частка механічних домішок в оливі, %	2,2	1,06	0,7
Ступінь очищення оливи від спалимих домішок	0,39	0,42	0,45
Зольність оливи, %	0,8	1,02	0,5

Регенерація відпрацьованої оливи — складний технологічний процес, тому її доцільно здійснювати на регенераційних заводах або в пристроях високої продуктивності. Якість регенованої оливи нижча, ніж свіжої тієї самої марки. Термін служби регенованої оливи також менший, ніж товарної. Тому економічно й технічно доцільно змішувати регеновані оливи зі свіжими в пропорції 1:4 або в регеновану оливу вводити присадки, що відповідають цій марці. Якщо регенерації піддаються оливи без присадок, то їхні властивості повністю відновлюються. Якість регенованих олив наперед залежить від організації збирання відпрацьованих олив. Оливи необхідно збирати точно за групами, в крайньому разі — за призначенням (окремо моторні й трансмісійні). Їх не можна змішувати з паливами, технічними рідинами й мастилами. Змішування всіх видів олив для здавання на регенерацію призводить до різкого погіршення якості регенованого продукту. Таку суміш можна використовувати лише як котельне паливо.

● **Відновлення якості палива та олив в умовах експлуатації.** Фізико-хімічні властивості палива й олив, утрачені в процесі транспортування й зберігання, можуть бути

відновлені до стандартних значень безпосередньо в сховищі господарства під керівництвом спеціаліста лабораторії.

До показників, які можна виправити в умовах господарства за наявності продукту високої якості, належать:

- октанове число й уміст антидетонатора;
- вміст фактичних смол, сірки, механічних домішок і води;
- фракційний склад, густина, в'язкість;
- температура спалаху й кислотне число.

Якість нафтопродукту, що має відхилення за цими показниками, крім умісту механічних домішок і води, може бути виправлена змішуванням з однорідним продуктом іншої партії, що має запас якості за цими показниками. Для цього треба обчислити кількість продуктів, що входять у суміш, перевірити правильність розрахунків аналізом лабораторного зразка суміші й підготувати необхідні для їх змішування резервуари (тару), засоби перекачування та інше обладнання.

Значення фізико-хімічних показників (октанового числа, густини, кислотності, вмісту фактичних смол, сірки) для виправленого продукту дорівнює середньоарифметичному для кожної зі складових.

Кількість продукту, що має запас якості, необхідну для виправлення некондиційного, визначають за формулою

$$P_2 = \frac{X - X_1}{X_2 - X} P_1,$$

де P_1 — кількість некондиційного продукту, л; X — норма показника, що відповідає стандарту (наприклад, октанове число бензину, яке має становити 75, 92 або 97); X_1 — значення показника некондиційного продукту (наприклад, октанове число 74, 90 або 95); X_2 — значення показника в продукті, що має запас якості (наприклад, для октанового числа це 76, 93 або 98).

Якщо значення P_1 відоме (наприклад, $P_1 = 100$ л), то можна обчислити необхідну кількість нафтопродукту, який треба додати до суміші для виправлення показника якості (октанового числа). Так, при $X = 75$, $X_1 = 74$, $X_2 = 76$ і $P_1 = 100$ л

$$P_2 = \frac{75 - 74}{76 - 75} 100 = 100 \text{ л},$$

тобто бензин слід змішати в пропорції 1:1.

Зневоднення палива здійснюють підігріванням до температури 70...80 °С протягом кількох годин, а останнім часом — за допомогою спеціальних фільтрувальних пристроїв, які доступні кожному господарству.

Дуже обводнену оливу попередньо відстоюють за температури 70...80 °С і лише після видалення з неї більшої частини води продовжують нагрівання до температури 105...110 °С. Про закінчення процесу зневоднення судять за відсутністю води в пробі, що взята з нижнього шару продукту.

Механічні домішки з дизельного палива видаляють відстоюванням його протягом не менш як 10 днів (із наступним очищенням за допомогою спеціальних фільтрувальних пристроїв). Для прискорення відстоювання оливи її можна підігріти до температури 70...80 °С.



**Контрольні запитання
та завдання**

1. Як класифікуються норми витрати ПММ?
2. Що таке індивідуальні, групові й технологічні норми витрати ПММ?
3. Назвіть випадки, в яких норми витрати ПММ збільшуються чи зменшуються.
4. Що таке контрольні, лінійні, маршрутні та групові норми витрати ПММ для автотранспорту?
5. Які є методи розрахунку норм витрати ПММ?
6. Який порядок дослідної перевірки індивідуальних норм витрати палива?
7. Якими способами й засобами визначають кількість нафтопродуктів?
8. Який порядок обліку ПММ у господарствах?
9. У чому полягає раціональна й економна витрата палива?
10. Які вимоги ставлять до експлуатації складів?
11. Як здійснюються одержання й видавання нафтопродуктів?
12. Як має організовуватися збирання відпрацьованих олив?
13. Що таке регенерація олив?
14. У чому полягають методи фільтрування й відстоювання палива?
15. Які втрачені фізико-хімічні властивості палива й олив можна відновити до стандартних значень?

Глава 14

КОНТРОЛЬ ТА ОЦІНКА ЯКОСТІ НАФТОПРОДУКТІВ

§ 14.1

Загальні відомості

Контроль якості ПММ здійснюється для забезпечення їх використання в процесі експлуатації машин, перевірки відповідності вимогам чинних стандартів, а також для запобігання змінам їхніх фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей під час одержання й заправлення машин.

Одержуючи ПММ, споживач має вимагати паспорт якості, що є основним документом, за яким визначається відповідність ПММ стандарту або технічним умовам. У паспорті наводяться показники якості, які були визначені в лабораторії виробника, з позначкою організації — постачальника нафтопродукту.

Для збереження якості нафтопродуктів організація-відправник має дотримувати вимоги ГОСТ 1510—84 «Нефть и нефтепродукты. Упаковка, маркировка, хранение и транспортирование».

Організація контролю ПММ для забезпечення надійної експлуатації машин передбачає здійснення таких заходів:

- організація перевезення з нафтобаз якісних нафтопродуктів і періодична перевірка їхньої якості;
- контроль і підготовка резервуарів та інших місткостей для транспортування й зберігання ПММ;
- перевірка обладнання для видавання свіжих і збирання відпрацьованих нафтопродуктів;
- перевірка контрольних приладів для реєстрації витрати ПММ;
- контроль умов зберігання, транспортування й видавання свіжих і відпрацьованих нафтопродуктів;

- пред'явлення претензій і рекламаций у разі постачання ПММ, які не відповідають вимогам стандартів;
- проведення технічного навчання кадрів з правил використання ПММ.

Інженерно-технічний персонал, який відповідає за експлуатацію машин, контролює за документами й паспортами відповідність асортименту ПММ заявкам.

Завідуючий складом зобов'язаний:

- здійснювати щоденний контроль якості нафтопродуктів, що надходять із нафтобаз;
- перевіряти умови зберігання ПММ на центральному складі й дільничних постах заправляння;
- вживати заходів для усунення недоліків;
- складати заявки на лабораторне обладнання й необхідні реактиви для проведення аналізу якості нафтопродуктів.

Механіки дільниць і машиністи (водії) повідомляють інженеру, який відповідає за експлуатацію машин, або завідувачу складом ПММ про всі несправності й відмови машин, пов'язані з поганою якістю ПММ, і про необхідність її перевірки для з'ясування можливості використання за призначенням.

Контроль якості ПММ дає змогу:

- визначити відповідність фізико-хімічних показників якості ПММ вимогам чинної нормативно-технічної документації;
- запобігти погіршенню фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей ПММ під час їх транспортування, зберігання, заправляння й використання;
- своєчасно виправити показники якості й відновити властивості нафтопродуктів;
- визначити необхідність проведення ТО й ремонтів машин (за допомогою засобів діагностування якості ПММ);
- пред'являти претензії нафтобазі з приводу поставки ПММ, що не відповідають нормативам.

Якістю ПММ опікується служба контролю ПММ, яка підпорядковується головному інженерові підприємства.

Контроль якості нафтопродукту здійснюється під час його приймання, зберігання, видавання й використання. Для цього проводять приймальний, контрольний та повний аналізи.

Приймальний аналіз (визначення кольору, прозорості, густини нафтопродукту, вмісту в ньому механічних домішок і води) проводиться службою технічної експлуатації.

Контрольний аналіз (визначення основних фізико-хімічних та експлуатаційних показників ПММ) здійснюється в лабораторії для з'ясування відповідності якості нафтопродукту вимогам стандарту й паспорта.

Повний аналіз властивостей ПММ проводиться після тривалого зберігання нафтопродуктів, а також для визначення їхніх марки й сорту, якщо вони надійшли без паспорта, в несправній тарі чи в пошкодженій заводській упаковці.

Як уже зазначалось, якість нафтопродуктів характеризується його фізико-хімічними властивостями: густиною, в'язкістю, вмістом механічних домішок і води, температурою застигання тощо. Крім того, кожний сорт ПММ має свої специфічні показники якості, від яких залежить їх використання. Наприклад, для дизельного палива такими показниками є вміст сірки й смол, для моторної оливи — лужне число, зольність тощо.

Умовно загальні властивості ПММ класифікують так: випарність, прогінність, займистість, схильність до відкладення смол, корозійна активність і сумісність із неметалевими матеріалами, захисні й протизношувальні властивості тощо. Крім того, стандартом передбачається глибша оцінка цих властивостей. Кожна експлуатаційна властивість, своєю чергою, оцінюється низкою показників, наприклад, випарність — фракційним складом, концентрацією насичених парів, схильністю до утворення парових пробок тощо.

§ 14.2

Відбір проб для контролю якості ПММ

Методи відбирання проб нафтопродуктів установлює ГОСТ 2517—85. Залежно від призначення проби поділяються на точкові та об'єднані.

Точкова проба відбирається за один захід і характеризує якість нафтопродукту на заданому рівні місткості для його зберігання.

Об'єднана проба складається з кількох точкових, які відбираються з різних рівнів місткості.

Частина точкової або об'єднаної проби, яка призначена для аналізу, називається *контрольною пробою*.

Для відбирання проб із резервуара або цистерни застосовують пробовідбірник, що входить у комплект ручної лабораторії (РЛ).

Для одержання об'єднаної проби беруть три точкові проби з різних рівнів резервуара (табл. 14.1), а потім змішують їх (у пропорції 1:3:1 для вертикальних резервуарів і 1:6:1 — для горизонтальних).

Таблиця 14.1

Умови відбирання точкових проб

Рівень відбирання проб	Вертикальні резервуари, мм	Горизонтальні резервуари, мм
Верхній (нижче від поверхні нафтопродукту)	250	200
Середній	Середня висота стовпа нафтопродукту	
Нижній (вище від дна резервуара)	250	200

Примітка. Точкові проби з горизонтальних резервуарів діаметром понад 2500 мм, які заповнені наполовину, а також із резервуарів діаметром до 2500 мм беруть із двох рівнів — середньої висоти стовпа й на відстані 250 мм від дна резервуара, а потім змішують їх у пропорції 3:1.

Проби оливи з місткостей трансмісії і робочої рідини з баків гідросистеми (табл. 14.2) відбирають зсередини місткостей, що перебувають в експлуатаційному режимі не менш як 15 хв із моменту початку роботи машини. Якщо машина не експлуатувалася понад 10 діб, то проби відбираються через 1,5...2 год з моменту початку роботи.

З певною періодичністю контролюють якість робочої рідини таких машин:

- екскаваторів одноковшових;
- кранів вантажопідйомністю понад 10 т;

Таблиця 14.2

Карта організації контролю якості робочої рідини для гідросистем і трансмісійних оли

Місце відбору проби на аналіз	Періодичність проведення аналізу	Контрольовані параметри						
		Робоча рідина			Трансмісійні оливи			
		В'язкість	Вміст механічних домішок	Вміст води	Кислотне число	В'язкість	Вміст механічних домішок	Вміст води
Місткість для зберігання оливи (склад нафтобази)	В разі реклаमाції	+	+	+	+	+	+	+
Місткість заправника	Перед зливанням на склад ПММ	+	+	+	+	+	+	+
Місткість складу олив будівельних господарств	Раз на два місяці	—	+	+	—	—	+	+
	Раз на рік	+	+	+	+	+	+	+
Бак робочої рідини гідросистеми, картера агрегата трансмісії	Через 240...300 маш.-год	—	+	+	—	—	—	—
	Через 480...600 маш.-год	—	+	+	—	—	+	+
	Через 720...960 маш.-год	+	+	+	+	+	+	+
Місткість поста очищення робочої рідини гідросистеми	Після очищення	—	+	+	—	—	—	—
	Після третього циклу очищення	+	+	+	+	—	—	—

- бульдозерів і розпушувачів, канавокопачів на базі трактора класу 25 т і вище;
- скреперів із ковшем місткістю 15 м³ і більше;
- котків самохідних (без баласту) 10-тонних і більше;
- навантажувачів і автонавантажувачів вантажопідйомністю 5 т і більше;
- трубоукладачів вантажопідйомністю 25 т і більше.

У разі використання заміників основних марок робочої рідини індустріальними оливами И-20, И-30 та АУ необхідно перевіряти кислотне число. Об'єм проби — не менш як 0,25 л. Пляшку для оливи необхідно промити гасом. Після взяття проби на пляшку наклеюють етикетку, на якій вказують марку, інвентарний номер машини, вузол або агрегат, з якого взято пробу, сорт оливи, дату відбирання проби, прізвище працівника, який відбирав пробу. Якщо пробу відбирають із резервуарів для зберігання, то на етикетці вказують:

- марку нафтопродукту;
- найменування підприємства-поставщика;
- номер резервуара й рівень палива в ньому;
- номер партії, цистерни, тари, дату, час відбирання й термін зберігання проби;
- стандарт на нафтопродукт;
- прізвища й підписи працівників, які відбирали пробу.

Максимальний термін зберігання проби — 3 міс (у випадку розбіжностей в оцінці якості етикетка зберігається в журналі реєстрації проб).

Проби мастил відбирають поршнеvim або гвинтоподібним пробовідбірником у скляну тару.

§ 14.3

Методи контролю якості ПММ та застосовуване обладнання

Експлуатаційні властивості ПММ оцінюють непрямыми й прямими методами.

Непрямі методи оцінювання експлуатаційних властивостей ПММ застосовуються для визначення фізико-хімічних властивостей і складу нафтопродуктів (зазвичай в умовах заводів — виробників ПММ) і дають змогу судити, наприклад, про пускові властивості палива за фракційним складом і тиском насичених парів, а про пускові властивості олив — за в'язкістю за тієї чи іншої температури.

Прямі методи оцінювання поділяються на: *кваліфікаційні, стендові, контрольні, експлуатаційні*.

Кваліфікаційні методи, якими оцінюють експлуатаційні властивості нафтопродуктів, поділяються на:

- безгальмові (визначення корозійної активності за підвищених температур);
- випробування на одноциліндрових і малолітражних двигунах (визначення октанового й цетанового чисел);
- випробування на повнорозмірних двигунах у стендових умовах;
- лабораторно-дорожній (оцінка детонаційної стійкості в дорожніх умовах).

Найповніше оцінити всі експлуатаційні властивості ПММ можна безпосереднім випробуванням на повнорозмірному двигуні або машині.

Для контролю якості ПММ та оцінювання їхніх експлуатаційних властивостей застосовуються такі методи: лабораторні й експрес-аналізу.

Лабораторні методи регламентуються відповідними стандартами.

Метод експрес-аналізу застосовують для визначення найважливіших показників якості ПММ: умісту води, механічних домішок, хімічного складу (кислотності, смолистості тощо). Характеристику застосовуваного лабораторного обладнання наведено в табл. 14.3.

Лабораторне обладнання для контролю якості ПММ в умовах експлуатації

Обладнання	Марка	Призначення
Комплект пристроїв для відбирання проб оливи Змішувач	Власне виготовлення Те саме	Для відбирання, транспортування, зберігання проб оливи, змішування їх перед спектральним чи хімічним аналізом
Прилад для визначення лужного числа	pH-Метр-121	Для визначення лужного числа
Центрифуга	ЦЛС-3	Для визначення наявності нерозчинних осадів і води
Установка фотоелектрична	МФС-3, МФС-5, МФС-7	Для визначення наявності продуктів зносу та кременію в оливі для діагностування технічного стану складальних одиниць будівельних та інших машин
Польова лабораторія	ПЛ-2М	Для вимірювання в'язкості й температури спалаху та визначення наявності води
Ультратермостат	УТ-15	Для підтримання сталої температури під час визначення в'язкості оливи
Плитка електрична	Спеціальна за ГОСТ 14919—83Е	Для нагрівання ПММ у процесі визначення температури спалаху й наявності води
Шафа сушильна електрична	2В-151	Для сушіння лабораторного обладнання й підгрівання проб оливи
Ваги лабораторні квадратні 4-го класу	ВЛК-500Г	Для зважування проб під час визначення лужного числа

§ 14.4 Оцінювання якості палив

• **Оцінювання якості палива за зовнішніми ознаками.** Розглядаючи зовнішній вид палива, звертають увагу на його колір, прозорість, запах.

Якщо колір бензину рожевий, синій, зелений, жовтий або оранжевий, то це свідчить про вміст у ньому етилової рідини. Автомобільні етиловані бензини А-80, А-93 та А-98 мали відповідно жовтий, оранжево-червоний і синій кольори. (З початку 2005 р. вироблення їх заборонено.) Бензини А-80, А-93 та А-98 з державним знаком якості виробляються неетилованими. Ці бензини не мають кольору й після тривалого зберігання стають жовтуватими.

Бензини, що добуваються безпосередньо з нафти її розгонкою або двоступінчастим каталітичним крекінгом, не мають кольору й не набувають ніякого забарвлення під час тривалого зберігання після їх вироблення.

Неетиловані бензини, добуті термічним крекінгом, також залишаються безбарвними протягом кількох тижнів від моменту їх вироблення, але в міру зберігання вони починають забарвлюватися смолами спочатку в світло-жовтий колір, потім — у жовтий і темно-жовтий.

Жовтуватий чи світло-коричневий колір бензину може бути спричинений умістом у ньому розчинних смолистих речовин або забрудненням оливою. Чим більше смол, тим інтенсивніша забарвленість бензину. Не мають кольору реактивне паливо й освітлювальний газ; останній набуває синюватого відтінку в оранжевому світлі. Тракторний газ має жовтий колір, а дизельне паливо — від жовтого до світло-коричневого.

Чим менша інтенсивність забарвлення палива (тобто чим воно світліше), тим менше в ньому смолистих речовин і тим вища його якість.

У тих випадках, коли колір палива (бензину) викликає сумнів і за ним не можна визначити вміст етилової рідини, потрібне додаткове випробування.

Палива різного походження легко відрізнити за запахом. Дизельне паливо має слабкий запах, ідентичний запаху багатьох нафтопродуктів

(за винятком бензинів та гасів). Зимові й особливо арктичні сорти дизельного палива можуть мати запах гасу, оскільки містять його.

Бензин А-80 та інші, що містять продукти термічного крекінгу, мають різкий специфічний неприємний запах, на відміну від бензинів прямої перегонки, які містять значну кількість ароматичних вуглеводнів і тому мають слабкий ароматний запах, а характерний запах бензолу відчутний навіть у суміші з іншими паливами.

● **Оцінювання палива за маслянистістю.** Щоб оцінити паливо за маслянистістю, його розтирають між пальцями. При цьому бензини не дають відчуття маслянистості, гаси дають відчуття слабкої маслянистості, а дизельні палива — високої.

● **Якісне оцінювання забрудненості палива водою.** Вода в нафтопродуктах може міститись і в розчиненому стані, і як компонент механічної суміші. Вміст води в розчиненому стані дуже незначний і зазвичай становить тисячні частки процента. Такий вміст води в бензині та дизельному паливі зовсім нешкідливий і не спричиняє втрату ними прозорості. Те паливо, що містить більшу кількість води в розчиненому стані, має характерну каламутність. Із часом виділяється вода, що нагромаджується на дні бака, а під час руху машини після сильного змішування, знаходиться в паливі в завислому (суспендованому) стані. На цьому й ґрунтується визначення кількості води в ньому.

Паливо в кількості 50...100 мл, налите в циліндр із прозорого скла, має бути абсолютно прозорим і не містити завислих частинок і осадів. Каламутність палива за кімнатної температури зазвичай спричинена вмістом у ньому води в завислому (суспендованому) стані. В бензині така суспензія розпадається за 15...30 хв, і вода осідає на дно склянки у вигляді крапель або шару. Водна емульсія в дизельному паливі стійкіша, й для її осідання в колбі потрібно кілька годин.

Для визначення вмісту води в паливі використовується також індикатор — кристали перманганату калію (марганцевокислого калію). Випробування проводять так. У пробірку з паливом кидають два—три кристали перманганату калію, й суміш ретельно змішують. Якщо є вода, навколо кристалів перманганату калію з'являється

водяний «пательок» (оболонка водного розчину перманганату калію рожевого кольору).

Наявність води в паливі можна визначити, підігрівавши його в пробірці сірниками. В пробірку на 1/4 висоти заливають добре змішане паливо, повертають пробірку на 45° отвором від себе й дно пробірки підігрівавть сірниками (не більш як двома, щоб паливо не випаровувалося). Поява піни в паливі свідчить про наявність води.

Наявність води на дні місткості (бака, резервуара на складі ПММ) визначають так: кілька кристалів перманганату калію загортають у білу тканину, пакетик опускають на дно місткості й витримують там протягом 3...4 хв. Забарвлення тканини в малиновий колір свідчить про наявність води на дні місткості.

● **Кількісне визначення вмісту механічних домішок і води в паливі.** Для цього використовують скляний відстійник місткістю 100 мл, який у нижній частині переходить у вузьку трубку, відградуйовану до 10 мл через 0,05 мл (за цими поділками визначають кількість механічних домішок і води), а далі йдуть поділки 25, 50 і 100 мл. Досліджуване паливо ретельно перемішують, швидко наливають у відстійник до рівня 100 мл і витримують там у вертикальному положенні 25...30 хв. Потім визначають кількість механічних домішок і води в процентах, яка дорівнює об'єму відстою кожного компонента в мілілітрах (після відстоювання палива в трубці добре видно межу шарів механічних домішок і води).

● **Якісне визначення вмісту ненасичених вуглеводнів, смолистих сполук та етилової рідини в паливі.** Нестійкі насичені вуглеводні (взагалі корисні), що легко окиснюються, є в бензинах, що містять продукти термічного й частково каталітичного крекінгу. В бензинах прямої перегонки, а також у дизельному паливі ненасичених вуглеводнів немає або вони містяться в дуже малих кількостях.

Для визначення вмісту ненасичених вуглеводнів у пробірку в рівних об'ємах (приблизно по 4...6 мл) наливають досліджуване паливо й водний розчин перманганату калію рожевого кольору. Вміст пробірки змішують і дають відстоятися водяному шару. Якщо рожевий колір змінюється на жовтий, то в паливі містяться ненасичені вуглеводні.

Є й інший спосіб визначення вмісту ненасичених вуглеводнів. Змішують у рівних об'ємах (4...6 мл) досліджуване паливо й воду та додають 2...3 краплі водного розчину перманганату калію. У результаті реакції фіолетове забарвлення водного розчину перманганату калію перетворюється на буре з наступним випаданням бурого осаду. Якщо протягом 2 хв фіолетове забарвлення розчину не зміниться, то в паливі ненасичених вуглеводнів немає.

Наявність вуглеводнів у паливі спричиняє швидке окиснення його, збільшення вмісту смол і кислот. Таке паливо нестабільне, непридатне для тривалого зберігання, і його треба швидше використовувати.

Наявність смол і забрудненість палив визначають за залишком після їх спалювання на сферичному (годинниковому) склі.

На скло діаметром 60...70 мм, установлене опуклістю вниз на азбестовій сітці, наливають за допомогою піпетки 2 мл досліджуваного палива й підпалюють його сірником. Бензин займається миттєво, гас — після тривалого нагрівання, а дизельне паливо підпалити сірником практично не вдається. Тому, якщо досліджують дизельне паливо, до цього об'єму додають стільки ж бензину (1 мл), що не містить смол і забруднювачів.

Після закінчення горіння склу дають трохи охолонути й розглядають залишок на ньому. Паливо без умісту смол залишає слід у вигляді невеликої блідої, білуватої плями. Смолисте паливо дає концентричні кільця жовтого або коричневого кольору. Чим більше смол міститься в паливі, тим темніший залишок і більший діаметр плями. Вимірявши зовнішній діаметр найбільшого кільця, визначають уміст смолистих сполук у паливі. Бензол і бензолні палива, навіть без умісту смол, дають невелике коричневе кільце з чорним вуглистим залишком у центрі. Паливо, забруднене оливою та іншими рідинами, залишає на склі неспалимі коричневі плями, розташовані кругами ближче до краю скла.

Для визначення наявності в паливі етилової рідини необхідно провести таке дослідження. В пробірку наливають 10 мл досліджуваного бензину й додають 1,0 мл 10 %-го спиртового розчину йоду. Суміш у пробірці обережно нагрівають на електроплитці (на водяній бані) протягом 2...3 хв, а потім охолоджують водою. Верхній бензоловий прошарок зливають і додають у залишок 10 мл спирту. Пробірку легко струшують і перевіряють у відбитому світлі наявність жовтих кристалів (блисток) йодистого свинцю, що утворився внаслідок взаємодії йоду з тетраетилсвинцем (ТЕС).

Наявність йодистого свинцю вказує на вміст у бензині етилової рідини.

§ 14.5 Визначення основних властивостей ПММ

• **Визначення густини.** У скляний циліндр 2 (рис. 14.1) обережно наливають досліджуваний нафтопродукт 3, температура якого може відрізнятися від температури навколишнього середовища не більше ніж на $\pm 5^\circ\text{C}$.

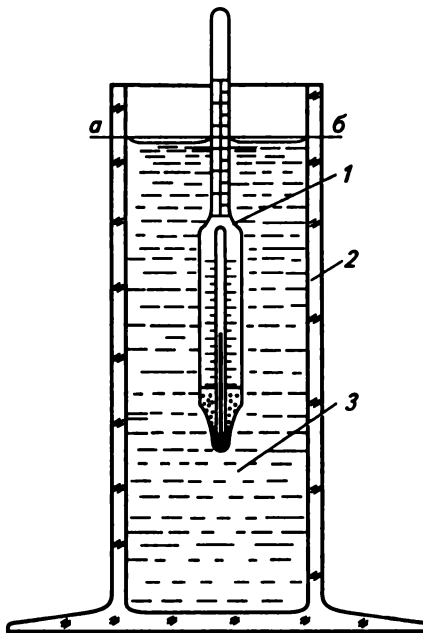


Рис. 14.1

Прилад для визначення густини нафтопродукту:
1 — нафтоденсиметр; 2 — скляний циліндр; 3 — нафтопродукт

Тримавши чистий і сухий нафтоденсиметр *1* за верхній кінець, повільно й обережно занурюють його в нафтопродукт. Щоб запобігти пошкодженню нафтоденсиметра, його опускають на дно циліндра або до занурення всієї шкали, а потім забирають руку.

Після припинення коливань нафтодинсиметра знімають показ по верхньому краю меніска. При цьому треба, щоб око спостерігача знаходилося на рівні меніска (лінія *a—b* на рис. 14.1), а нафтоденсиметр не торкався стінок циліндра. Покази на шкалі нафтоденсиметра відповідають густині нафтопродукту за температури дослідження.

Водночас зі зніманням показів за шкалою нафтоденсиметра вимірюють фактичну температуру нафтопродукту за допомогою внутрішнього або додаткового термометра, вводячи його в нафтопродукт після нафтоденсиметра.

Виміряну густину зводять до густини нафтопродукту за нормальної температури:

$$\rho_{20} = \rho_t + v(t - 20),$$

де ρ_t — густина досліджуваного нафтопродукту за температури дослідження, кг/м³; v — середня температурна поправка до густини, кг/(м³ · °C); t — температура дослідження, °C.

Ця формула, запропонована Д. І. Менделєєвим, показує, що густина нафтопродукту зменшується з підвищенням температури, й навпаки.

● **Визначення фракційного складу бензинів і дизельного палива здійснюють перегонкою палива на стандартному апараті для розгонки нафтопродуктів (рис. 14.2).**

Послідовність дій така:

1. Сухим і чистим мірним циліндром місткістю 100 мл відміряти 100 мл досліджуваного бензину (дизельного палива) й без втрат перелити його в чисту суху колбу. Після цього мірний циліндр *1* (не витираючи) поставити під холодний патрубок холодильника, як показано на рис. 14.2.
2. Закріпити в шийці колби на добре пригнаному корку термометр *5* так, щоб верхня частина його ртутної кульки *б* опинилася на рівні нижнього краю відвідної трубки *4*.
3. Підтримуючи колбу із закріпленим у ній термометром, ввести на 25...40 мм відвідну трубку *4* у верхній кінець трубки *3*

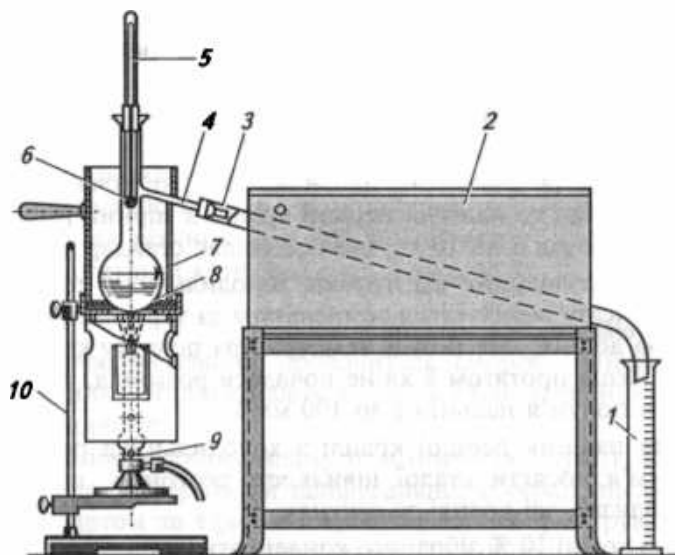


Рис. 14.2

Стандартний апарат для розгонки нафтопродуктів:

- 1 — мірний циліндр; 2 — холодильник; 3 — трубка холодильника;
4 — відвідна трубка; 5 — термометр; 6 — ртутна кулька термометра;
7 — змінна частина кожуха; 8 — тримач; 9 — пальник; 10 — штатив

холодильника (конденсатора) і, досягнувши співвісності трубок, зафіксувати їх у такому положенні за допомогою добре пригнаної трубки. Потім, не змінюючи положення колби, обережно підставити під неї штатив 10 так, щоб отвір (діаметром 30 мм) в азбестовій подушці тримача 8 щільно прикрився дном колби. Після цього встановити на тримачі знімну частину кожуха 7.

4. Внутрішню порожнину холодильника 2 заповнити сумішшю води зі снігом або забезпечити підведення до нього й відведення проточної води з температурою на виході, не вищою за +30 °С. За будь-якого способу охолодження трубка 3 в межах холодильника має знаходитись у воді.
5. Переконавшись у правильності складання апарата, підпалити вдалині від нього пальник 9 і, встановивши полум'я заввиш-

- ки 50...60 мм, помістити пальник на спеціальному тримачі в нижній частині кожуха так, щоб верхівка полум'я ледь торкалася дна колби.
6. Далі спостерігати не за показами термометра 5, а за появою першої краплі конденсату на кінці трубки холодильника. За вказаного регулювання пальника час до початку розгонки (ПР), тобто до падіння першої краплі в мірний циліндр, становитиме від 5 до 10 хв, що відповідає стандарту.
 7. У момент відриву від трубки холодильника першої краплі конденсату відлічується температура за термометром 5 із точністю до 1 °С. Це й буде температура початку кипіння палива. (Якщо протягом 8 хв не почалася розгонка, то слід збільшити полум'я пальника до 100 мм.)
 8. Після падіння першої краплі з холодильника регулюванням полум'я досягти сталої швидкості розгонки, що становить приблизно дві краплі за секунду.
 9. Через кожні 10 % зібраного конденсату (100 мл) фіксувати покази термометра 5 і результати заносити в таблицю. Об'єм у мірному циліндрі відлічується за нижнім меніском при спокійній поверхні рідини. Цього можна досягти, якщо мірний циліндр у момент відліку дещо відсунути, щоб краплі конденсату стікали по його стінках.
 10. Записавши температуру, що відповідає 10, 50 та 90 % перегнаного нафтопродукту, й зосередивши всю увагу на термометрі, повільно збільшувати полум'я, доки його сині язички, які виступають із віконць нижньої частини кожуха, не досягнуть розміру 10...20 мм. Від нагрівання колби з такою інтенсивністю температура спочатку підніматиметься, а потім зупиниться й, протримавшись деякий час на цьому рівні, почне спадати.
 11. Не зменшуючи полум'я, зачекати, доки температура не знизиться з найвищого рівня на 5...10 °С, після чого пальник загасити й дати охолонути конденсату з холодильника протягом 5 хв. Максимальна температура, досягнута наприкінці розгонки, та кількість конденсату, зібраного в мірному циліндрі з відліком за нижнім меніском із точністю 0,5 %, свідчить про кінець розгонки нафтопродукту.

12. Після припинення нагрівання верхню частину кожуха зняти й охолодний прилад у такому стані залишити на 5 хв. Потім колбу від'єднати від холодильника, вийняти з неї термометр і через її горло (а не через відвідну трубку) вилити залишок гарячого нафтопродукту в мірний циліндр місткістю 10 мл. Кількість залишку визначити з точністю до 0,1 мл. Після охолодження його разом із циліндром до $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ обчислити втрату як різницю між 100 % і сумою об'ємів (%) зібраного при перегонці конденсату та залишку.

● **Визначення наявності в паливі активних сірчистих сполук** проводиться випробуванням палива на мідну пластинку. Якщо в паливі є навіть сліди активної сірки, мідна пластинка кородує.

Перед випробуванням мідну пластинку полірують до блиску за допомогою дрібнозернистої шліфувальної шкурки, після чого промивають спиртом та ефіром і просушують на фільтрувальному папері. Досліджуване паливо наливають у пробірку приблизно до половини її висоти й занурюють у нього пінцетом мідну пластинку так, щоб паливо повністю покрило її. Пробірку закривають кірковою пробкою й занурюють у водяну баню, температура води якої має становити 50°C , а рівень води — бути вищим за рівень палива в пробірці. Пробірку витримують у воді протягом 3 год, після чого мідну пластинку виймають і промивають у фарфоровій чашці ацетоном або спиртобензольною сумішшю для виділення смолистих осадів, які розглядають.

Поява на пластинці плівки, плям або чорного, темно-коричневого, сірого, сіро-металевого нальоту або чорних точок свідчить про наявність у паливі вільної сірки або активних сірчистих сполук. У цьому випадкові вважається, що паливо випробування на мідну пластинку не витримало. Малинові плями й розводи не є ознакою наявності активної сірки в паливі.

Якщо в паливі міститься сірководень, то мідна пластинка набуває сірого кольору з червоними розводами. Менш чутлива мідна пластинка до дії меркаптанів.

Якщо в паливі є навіть невелика кількість елементарної сірки, то мідна пластинка, витримана в ньому протягом 3 год за температури 100°C , покривається блідо-сірими плямами.

● **Визначення наявності в паливі водорозчинних кислот і лугів** здійснюють простим якісним аналізом. Певний об'єм досліджуваного палива *1* змішують із таким самим об'ємом дистильованої води *2* й добуту водну витяжку досліджують індикаторами *3* (рис. 14.3).

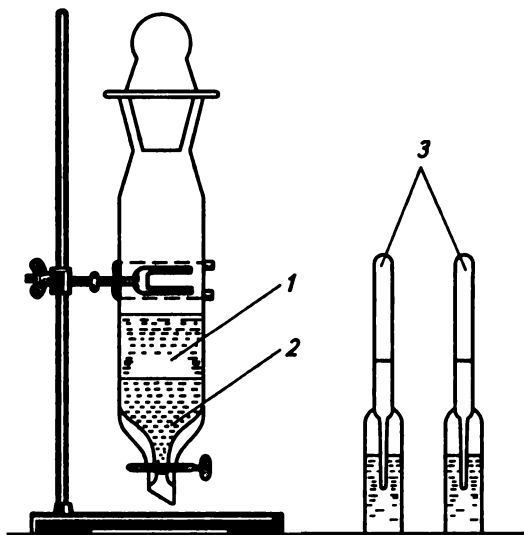


Рис. 14.3
Прилад для визначення наявності в паливі водорозчинних кислот і лугів:
1 — досліджуване паливо; *2* — вода; *3* — індикатори

Якщо досліджують дизельне паливо, то дистильовану воду й паливо спочатку нагрівають до температури 70...80 °С.

Нижній шар, що відокремився в результаті розшарування, зливають у мірну місткість, а потім порівну розливають у дві пробірки.

В одну з пробірок із витяжкою додають дві краплі розчину метилоранжу. Якщо в паливі містяться мінеральні кислоти, то водна витяжка в пробірці набуває рожевого або оранжевого забарвлення, а якщо ні, то має жовтий колір. У другу пробірку з витяжкою додають три краплі фенолфталеїну. Якщо в паливі є водорозчинні луги, витяжка забарвлюється в рожевий або червоний колір, а якщо ні, то залишається безбарвною.

● **Визначення температури спалаху дизельного палива.** *Температура спалаху* — це мінімальна температура, за якої пари палива, нагріті в закритому тиглі, утворюють із навколишнім повітрям горючу суміш, котра займається поблизу відкритого вогню. Якщо в суміші концентрація парів палива невелика, займання не відбудеться.

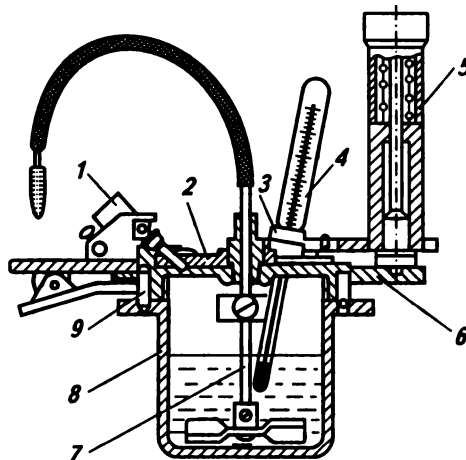


Рис. 14.4

Апарат для визначення температури спалаху палива в закритому тиглі:

- 1 — запалювальний пристрій; 2 — заслінка; 3 — перехідна муфта термометра;
4 — термометр; 5 — пружинний механізм; 6 — кришка; 7 — мішалка;
8 — тигель; 9 — штифт кришки

Температура спалаху характеризує вогнебезпечність нафтопродукту під час його транспортування, зберігання, заправлення.

Температура спалаху в закритому тиглі (рис. 14.4) для літнього дизельного палива має бути не нижчою за 40 °С, зимового — за 35 °С, арктичного — за 30 °С.

Метод полягає у визначенні найнижчої температури палива, за якої в умовах дослідження над його поверхнею утворюється суміш парів із повітрям, що спалахує поблизу вогню, але не горить у подальшому.

Послідовність дій така:

1. Перед дослідженням дизельне паливо збовтують протягом 5 хв у скляній посудині, заповненій не більше ніж на 2/3 її місткості. Якщо в дизельному паливі є вода (не більш як 0,5 %), його попередньо зневоднюють свіжопрожареним хлористим натрієм, хлористим кальцієм або сірчаноокислим натрієм і фільтрують. Для дослідження беруть верхній шар дизельного палива.
2. Після збовтування паливо охолоджують до температури, нижчої від температури спалаху. Температура тигля має дорівнювати температурі досліджуваного палива, а нагрівальної ванни — температурі навколишнього середовища.
3. Досліджуване паливо наливають у чистий сухий тигель до вказаного рівня, накривають кришкою й встановлюють термометр у перехідну муфту. На кришці апарата запалюють запальничку, вогонь якої регулюють так, щоб він мав форму контрольної кульки.
4. Нагрівальну ванну вмикають в електромережу, встановлюють необхідну швидкість нагрівання й нагрівають досліджуване паливо в тиглі за неперервного перемішування мішалкою з частотою обертання лопатей 90...120 хв⁻¹.
5. За термометром спостерігають за швидкістю підвищення температури палива в тиглі протягом 30...60 с: для палива з температурою згоряння 50...150 °С вона не повинна зростати більш як на 5...6 °С, а для палива з температурою початку згоряння до 50 °С — більш як на 1 °С. За допомогою барометра вимірюють тиск.
6. Дослідження на займання починається в той момент, коли температура палива на 17 °С нижча за температуру початку його займання. Швидкість нагрівання — 2 °С за 1 хв. В момент дослідження мішалку вимикають і обертанням рукоятки приводять у дію розміщений на кришці механізм відкривання заслінки. За 0,5 с до встановлення полум'я в паровому просторі тигля його знижують до мінімуму й залишають у нижньому положенні протягом 1 с, а потім піднімають у верхнє. За температуру займання дизельного палива не можна брати покази термометра в момент появи першого синього вогню над поверхнею палива всередині тигля.

У разі незначного займання дослідження слід повторити за температури, на 1...2 °С вищій. Якщо при цьому займання немає, дослід повторюють іще раз.

Досліджуючи паливо, сорт якого невідомий, спочатку приблизно визначають температуру згоряння, а потім повторюють дослід.

Якщо атмосферний тиск, виміряний барометром, під час досліду вищий або нижчий від 101,325 кПа (760 мм рт. ст.), то вводять поправку на стандартний тиск

$$\nabla_r = \frac{(101,325 - p)0,9}{3,3},$$

або

$$\nabla_r = 0,0362(760 - p'),$$

де $p(p')$ — фактичний барометричний тиск, кПа (мм рт. ст.).

Можна також користуватися температурними поправками, наведеними в табл. 14.4. При цьому температуру згоряння обчислюють як суму визначеної температури та поправки. За результат беруть середнє арифметичне двох послідовних розрахунків.

Таблиця 14.4
Температурні поправки на барометричний тиск

Барометричний тиск		Поправка, °С
p , кПа	p' , мм рт. ст.	
84,8...88,4	636...663	+4
88,5...92,1	664...691	+3
92,2...95,7	692...718	+2
95,8...99,4	719...746	+1
103,2...106,8	714...801	-1

● **Визначення кінематичної в'язкості.** Для цього застосовують капілярні віскозиметри зі скла з малим коефіцієнтом температурного розширення.

Показники в'язкості є специфічними для всіх паливно-мастильних матеріалів. Державними стандартами й технологічними умова-

ми кінематична в'язкість нормується за таких температур: для моторних олів — 100 °С та -18 °С; для трансмісійних і компресорних — -50 і 100 °С; для робочих гідрорідин — 50 і 100 °С; для індустріальних олів — 40 °С.

Послідовність дій така:

1. Підготовлюють термостат. Як термостат або баню віскозиметра використовують прозору посудину, яка має пристрій для регулювання температури рідини. Як правило, беруть технічний спирт, дистильовану воду, гліцерин або свіжу нафтову оливу.
2. Залежно від досліджуваного нафтопродукту добирають тип віскозиметра з межами вимірювань, що відповідають заданій в'язкості. Віскозиметр має бути сухим і чистим. У перервах між вимірюваннями віскозиметр промивають розчинником і висушують повітрям. Як розчинник застосовують ефір, ацетон тощо.
3. Нафтопродукти фільтрують крізь сито, скляний або паперовий фільтр. У разі потреби його просушують зневодненням сульфатом натрію або прожареною великокристалічною кухонною сіллю, а потім фільтрують крізь паперовий фільтр.
4. Заповнюють віскозиметр досліджуваним нафтопродуктом і вміщують у баню, де встановлюють певну температуру. Ця операція проводиться так (на прикладі віскозиметра Пінкевича, зображеного на рис. 14.5). На відвідну трубку 1 надягають гумову грушу; потім, затиснувши пальцем коліно 2 і перевернувши віскозиметр, занурюють коліно 3 в посудину з нафтопродуктом і заповнюють її до мітки M_2 за допомогою гумової груші (на рис. не показана). При досягненні нафтопродуктом рівня мітки M_2 віскозиметр виймають із посудини з нафтопродуктом, перевертають у нормальне положення й зливають із кінця коліна залишок нафтопродукту. Потім на цей кінець надягають гумову трубку й установлюють віскозиметр у термостат так, щоб рівень нафтопродукту в розширенні знаходився не менш як на 20 мм над дном посудини.
5. Віскозиметр витримують за заданої температури протягом 15 хв, потім усмоктують нафтопродукт у коліно приблизно на 1/3 висоти розширення 4; сполучають коліно 3 з атмосферою

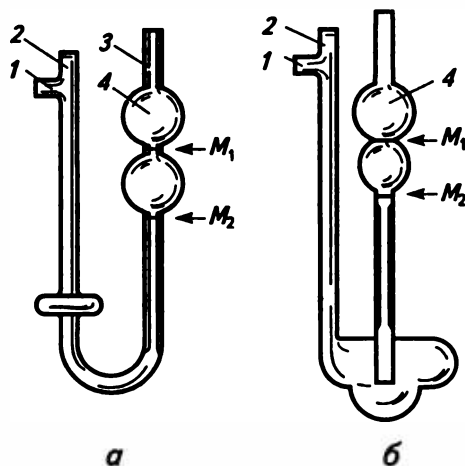


Рис. 14.5

Віскозиметри Пінкевича:

а — ВПЖТ-4; б — ВПЖТ-2;

1 — відвідна трубка; 2, 3 — коліна; 4 — розширення

й визначають час переміщення меніска нафтопродукту від мітки M_1 до M_2 . Дослідження повторюють тричі й результати зводять у таблицю.



Контрольні запитання та завдання

1. Якими заходами забезпечується організація контролю якості ПММ?
2. Назвіть обов'язки завідувачого складом і механіків дільниць щодо зберігання й контролю якості ПММ.
3. Які основні властивості ПММ підлягають контролю?
4. Які проби відбираються для контролю якості ПММ?
5. Якими методами оцінюють експлуатаційні властивості ПММ?
6. Як оцінити бензин за зовнішнім виглядом?
7. Як можна оцінити паливо за маслянистістю?
8. Які є способи визначення вмісту води в паливі?

9. Який є найпростіший спосіб визначення вмісту механічних домішок у паливі?
10. Як визначити вміст неорганічних вуглеводнів у паливі?
11. Які є способи визначення вмісту смолистих сполук у паливі?
12. Які є способи визначення вмісту етилової рідини у паливі?
13. Як можна визначити густину палива і звести її до нормальної температури?
14. Яка послідовність визначення фракційного складу палива?
15. Які є способи визначення наявності активних сірчистих сполук у паливі?
16. Як можна визначити наявність у паливі водорозчинних кислот і лугів?
17. Як можна визначити температуру спалаху палива?
18. Як визначають кінематичну в'язкість нафтопродуктів?

Глава 15

ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

§ 15.1

Визначення октанового числа

Октанове число визначається за допомогою пристрою УИТ-65. Режим роботи цього пристрою такий:

За моторним методом:

Частота обертання колінчастого вала, хв^{-1}	900 ± 10
Кут випередження запалювання	Змінюється із зміною ступеня стиску $E = 0 \dots 5$
Температура, $^{\circ}\text{C}$	
горючої суміші	$149 + 1$
охолоджувальної суміші	$100 + 2$
повітря на вході в карбюратор	$40 \dots 59$
Склад горючої суміші — згідно з максимальною детонацією	

За дослідницьким методом:

Частота обертання колінчастого вала двигуна, хв^{-1}	600 ± 6
Кут випередження запалювання (постійний)	$\Theta = 13,0^{\circ}$
Температура, $^{\circ}\text{C}$	
горючої суміші	Без підігрівання
охолоджувальної суміші	$100 + 2$
повітря на вході в карбюратор	$52 + 1$

Визначення октанового числа передбачає виконання таких дій:

- Двигун після попереднього підігріву оливи встановлюють на температурний режим досліду й переводять на роботу з досліджуванним паливом.
- Поступово збільшуючи ступінь стиску, процес згоряння доводять до детонації. Інтенсивність детонації має збігатися з відхиленням стрілки гальванометра на 40...45 поділок.
- Склад горючої суміші доводять до такого, при якому детонація за показами приладу досягає максимальної інтенсивності.
- Досягнувши максимуму інтенсивності детонації за складом горючої суміші, знову збільшують ступінь стиску доти, доки стрілка гальванометра досягне 55 ± 3 поділки шкали, тобто стандартної інтенсивності детонації. Після цього ступінь стиску зберігають сталим.
- За мікрометричним показником детонації визначають усталений ступінь стиску, а за таблицею — октанове число.
- Знаючи приблизно значення октанового числа палива, підбирають два інших еталони, один з них повинен мати октанове число на одиницю більше від приблизно оціненого октанового числа палива, а другий — на одиницю менше.
- Еталонне паливо заливають в бачки пристрою і двигун переводять на живлення спочатку одним, потім другим еталонним паливом. Якість суміші за детонаційними властивостями має бути такою, як і досліджуваного палива, й відповідати максимуму детонації.
- Якщо в результаті дослідження виявиться, що при інтенсивній детонації досліджуване паливо не потрапляє в інтервал між двома еталонами, то один із них замінюють еталоном з більшим або меншим октановим числом.
- Для надійнішого результату тричі переводять двигун на живлення досліджуванним паливом і двома еталонами, після чого беруть середнє значення показів пристрою.

Октанове число визначають за такою формулою:

$$X = A_1 + (A_2 - A_1) \frac{a_1 - a}{a_1 - a_2},$$

де A_1 , A_2 — вміст ізооктану в суміші відповідно до першого і другого еталонного палива; a , a_1 , a_2 — середньоарифметичне значення де-

тонації відповідно для досліджуваного палива, для суміші початкових еталонних палив A_1 і A_2 .

§ 15.2 Встановлення марки бензину

Перш ніж перейти до визначення марки бензину необхідно на основі даних оцінювання палива за зовнішніми ознаками та визначення його властивостей скласти підсумкову таблицю (табл. 15.1).

Таблиця 15.1

**Відповідність головних показників
технічним вимогам стандарту досліджуваного бензину**

Головний показник	Досліджувані бензин	Значення головного показника за стандартом	Відхилення	
			допустиме	фактичне
Октанове число (дослідницький метод)	79	Не менше як 80	–1	Немає
Фракційний склад, °C:				
$t_{п.к}$	32	Не вище 35	–5	Те саме
t_{10}	70	Не вище 70	+3	»
t_{50}	115	Не вище 115	+3	»
t_{90}	172	Не вище 189	+3	»
$t_{к.к}$	193	Не вище 195	+5	»
Залишок, %	1,4	Не більше як 1,5	+0,3	»
Залишок втрати, %	3,5	Не більше як 4,0	Не допускається	»
Тиск насиченої пари, мм рт. ст.	420	Не більше як 500	Те саме	»
Вміст фактичних смол, мг на 100 мл	9	Не більше як 10	+5	»

Порівнюючи дані цієї таблиці з показниками технічних нормативів стандарту на бензини, можна визначити марку бензину. При цьому слід звернути увагу не тільки на абсолютне значення октанового числа, а й на застереження «не менше», «не більше», «не вище», «не нижче», якими супроводжуються дані в технічних паспортах на нафтопродукти, в тому числі й на бензини. Кожне таке застереження дає максимальне значення показника, що обмежує його відхилення тільки в одному і при тому в небажаному напрямі, тоді як зміни в інший бік є позитивними. Наприклад, чим більше октанове число бензину, тим вище його детонаційна стійкість. При визначенні марки бензину необхідно зупинитися на тій марці, показники якої найближчі до даних стандарту.

Дані, наведені в табл. 15.1, найближчі до *літнього бензину А-80*, тому й записують показники для цієї марки.

Далі потрібно обґрунтувати відповідність зразка стандарту. Найпростіше це можна зробити, коли всі дані аналізу повністю задовольняють вимоги стандарту. В цьому випадку проти кожного показника в останній графі можна зазначити слово «немає». Це й означатиме, що даний зразок є *стандартним бензином*.

Вирішення питання утруднюється, якщо один або кілька показників аналізу не відповідають технічним вимогам стандарту. В разі цього необхідно впевнитися у правильності вибору повторним зіставленням дослідних даних із нормами стандарту. При повній впевненості в правильному виборі марки бензину за наявності навіть невеликого відхилення хоча б за одним з показників робиться висновок про те, що досліджуваний зразок відносно вибраної марки бензину не є стандартним. При цьому у висновку обов'язково вказують, за якими показниками паливо не задовольняє вимоги стандарту.

Далі потрібно вирішити питання про застосування досліджуваного зразка. Якщо він стандартний, то рішення одне, тобто бензин можна використовувати відповідно до інструкції з експлуатації двигуна.

Для *нестандартних бензинів* слід зіставити фактичні відхилення від стандарту з допустимими і тільки після цього приймається остаточне рішення.

Слід пам'ятати, що при транспортуванні й зберіганні бензин іноді змінює свої властивості й на момент використання може виявитися нестандартним. Проте невідповідність бензину стандарту

зовсім не означає, що його треба бракувати. Використання бензинів з відхиленнями від стандарту, що перевищують допустимі (а також нестандартних бензинів), призводить до зниження надійності двигунів і збільшення витрат на їх обслуговування та ремонт.

Нестандартні бензини з відхиленнями від стандарту, що не перевищують допустимі, можуть бути використані за призначенням лише після доведення їхніх показників до норм стандарту чи допустимих значень. Це передбачає змішування нестандартного бензину з бензином, що має за цими показниками запас якості.

В разі відсутності бензину необхідної марки *допускається* змішування двох бензинів з різними октановими числами за моторним методом з використанням «правила хреста» (рис. 15.1). Наприклад, за відсутності бензину марки А-93 можна змішати бензини А-80 і А-95 (на 13 частину А-80 п'ять частин А-95).

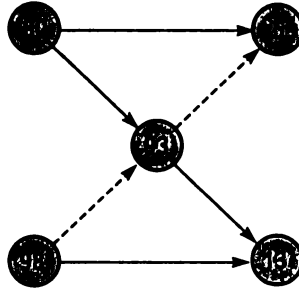


Рис. 15.1
«Правило хреста» для виготовлення суміші бензинів

§ 15.3 Визначення марки дизельного палива

Методика визначення марки дизельного палива нічим не відрізняється від аналогічної методики визначення марки бензину.

При визначенні марки дизельного палива в першу чергу беруться до уваги найважливіші дані аналізу дизельного палива: цетанове число,

температура застигання, значення кінематичної в'язкості при температурі 20 °С тощо. Вибирають ту марку палива, до показників якої найближче підходять результати, одержані для досліджуваного палива.

◆ **Приклад**

Час витікання палива (з точністю до десятої частки секунди): 1. 195,8. 2. 196,5. 3. 196,0. 4. 196,0. 5. 196,3. Середнє 196,2 с. Кінематична в'язкість при температурі 20 °С.

$$V_{20} = Ct = 0,01656 \cdot 196,2 = 3,25 \text{ мм}^2/\text{с}.$$

Температура застигання зразка: $t_{\text{заст}} = -47 \text{ °С}.$

Таблиця 15.2

**Відповідність основних показників досліджуваного
дизельного палива технічним вимогам стандарту**

Основний показник	Досліджуване дизельне паливо	Значення основного показника за стандартом	Фактичне відхилення показника від стандарту
Цетанове число	46	Не менше як 45	Немає
В'язкість, мм ² /с	3,25	1,8...5,0	»
Температура застигання, °С	-47	Не вище -45	»
Вміст сірки	0,15	Не більше як 0,2	»

Приклад досліджуваного дизельного палива, наведений в табл. 15.2, найближчий до зимового палива марки «З», тому й записують його показники, а оскільки фактичних відхилень показників від стандарту не спостерігається, навпроти кожного показника зазначають слово «немає». Водночас констатують, що це паливо задовольняє основні вимоги ГОСТ 305—82 на дизельне паливо марки «З-02 мінус 45» і його можна застосовувати для всіх автотракторних дизелів (при температурі зовнішнього повітря не нижче -35 °С).

§ 15.4

Оцінка якості нафтопродуктів експрес-лабораторією «Елан»

● **Коротка характеристика експрес-лабораторії «Елан».** Лабораторія «Елан» — це набір приладів, пристроїв, хімічного посуду, реактивів і матеріалів, розташованих на полицях та стінках футляра-шафочки розмірами 560 × 360 × 200 мм, маса її 15 кг. Час, потрібний для розгортання лабораторії в робоче положення, — 5 хв, для згортання — теж 5 хв.

У комплект лабораторії входять скляні циліндри і флакони з розчином хлористого натрію, індикатором, гасом; дві склянки з гумовими грушами, які містять фенолфталеїн і метилоранж; ампула з гідридом кальцію; віскозиметр СЭВ-1; набір нафтоденсиметрів; пробовідбірник; ділильна лійка; піпетки для відбору оливи; пробірки з поділками; кімнатний термометр; термостат.

Експрес-лабораторія дає можливість встановлювати фізико-хімічні характеристики нафтопродуктів, стежити за зміною їхньої якості у процесі експлуатації та зберігання.

У лабораторії «Елан» не проводять аналізів, пов'язаних із займанням або полум'ям, що дає змогу використовувати її безпосередньо на складах паливно-мастильних матеріалів, у складі рухомих засобів технічного обслуговування та ремонту автомобілів і будівельно-дорожніх машин, а також в інших приміщеннях, де виділяються або накопичуються пари легких фракцій паливно-мастильних матеріалів.

Лабораторія забезпечує визначення таких показників паливно-мастильних матеріалів: густину, вміст водорозчинних кислот і лугів, кінематичну в'язкість, кислотне число, вміст механічних домішок та води.

● **Визначення густини нафтопродуктів.** Для визначення густини нафтопродуктів лабораторію оснащено набором нафтоденсиметрів з умонтованими термометрами (межі аерометричних шкал 0,75...0,83; 0,83...0,91; 0,91...0,99).

● **Визначення вмісту водорозчинних кислот та лугів.** *Корозійні властивості* оливи зумовлені наявністю в ній мінеральних кислот та лугів, органічних кислот, активних сірчаних сполук та оксидів сірки.

Водорозчинні кислоти та луги дуже агресивні відносно металів за будь-яких умов експлуатації, тому їх наявність в оливах є недопустимою.

Спосіб визначення вмісту мінеральних кислот та лугів ґрунтується на здобутті водяної витяжки з нафтопродуктів та визначенні в ній кислот і лугів за допомогою метилоранжу та фенолфталеїну. Щоб запобігти утворенню стійких емульсій при одержанні водяної витяжки, застосовується 25 %-ний водний розчин хлористого натрію.

● **Визначення лужного числа олив.**

Вміст органічних кислот в оливах строго обмежений і оцінюється лужним числом.

Спосіб визначення лужного числа ґрунтується на взаємодії органічних кислот з їдким калієм у присутності жовтого нітрозинового індикатора.

У мірний циліндр із притертою пробкою наливають 25 мл спиртового розчину індикатора. Залежно від максимально допустимого лужного числа, встановленого державним стандартом для заданої оливи, визначають об'єм досліджуваної оливи, який потім за допомогою піпетки з гумовим балончиком заливають у мірний циліндр.

Лужне число оливи визначають за забарвленням спиртового шару. *Зелене* або *синє* забарвлення вказує на те, що лужне число оливи не перевищує встановленої межі, *жовте* — на те, що воно перевищує допустиму норму.

● **Визначення механічних домішок**

в оливах. Спосіб визначення механічних домішок в оливах ґрунтується на порівнянні одержаних після повітряного сушіння плям випробуваної оливи на фільтрувальному папері з еталоном оливних плям. Для цього пробовідбірник заповнюють оливою не більше як на $\frac{3}{4}$ об'єму й збовтують його протягом 5 хв. За допомогою піпетки з гумовим балончиком набирають оливу й наносять одну її краплю на фільтрувальний папір. Висушують краплю й порівнюють пляму, що утворилася, за зовнішнім виглядом з еталонами оливних плям, наведеними в табл. 15.3.

За еталоном визначають вміст механічних домішок в оливі.

Таблиця 15.3

Визначення вмісту механічних домішок

Номер еталона	Зовнішній вигляд плями	Вміст механічних домішок, %
1	Світла жовтувата	0,00...0,01
2	Жовтувата з різко обмеженою темнішою обкантовкою	0,01...0,05
3	Сіра зі ще темнішою обкантовкою	0,5...0,10
4	Темно-сіра з чорною обкантовкою	0,10..0,80
5	Чорна	0,8 і більше

§ 15.5 Визначення якості моторної оливи

● **Оцінювання оливи за зовнішніми ознаками.** Оцінювання моторних та інших оливи за зовнішніми ознаками проводять за вже викладеною методикою. При цьому визначають прозорість, колір, запах, наявність води і механічних домішок в оливі.

При визначенні кольору оливи слід пам'ятати, що сучасні моторні оливи містять значно більшу кількість смол, ніж дизельне паливо, тому вони мають інтенсивніше забарвлення, аж до того, що в шарі завтовшки 40...50 мм вони стають непрозорими. У зв'язку з цим, крім кольору, потрібно фіксувати відтінок оливи у відбитому світлі.

● **Визначення наявності механічних домішок.** Наявність абразивних механічних домішок в оливах визначають пробою на стирання. На плоске чисте скло наносять одну-дві краплини досліджуваної оливи та закривають його іншим склом. Потім пересувають одне скло відносно іншого, добре притиснувши їх пальцями. Якщо в оливі є абразивні механічні домішки, чути їхній характерний різкий скрип.

Для визначення кількісного вмісту механічних домішок в оливах використовують той самий скляний відстійник, що й для палива. Проте, на відміну від палива, домішки в оливах осідають повільно; тому оливи перед дослідженням розводять бензином, який не містить механічних домішок та води.

Дослідження проводять майже аналогічно описаному.

Оливу наливають у відстійник до рівня 25 або 50 мл і до 100 мл додають бензину, суміш ретельно перемішують й опускають у теплу воду. Після відстоювання визначають вміст механічних домішок та води (у відсотках) відносно початкового об'єму оливи.

● **Визначення наявності води.** Наявність води в оливі можна якісно визначити дуже простими способами: відстоюванням, перевіркою на прозорість і потріскування за допомогою нагрівання в оливній бані (рис. 15.2) тощо.

Оливну баню заповнюють на 80 ± 3 мм її висоти оливою і нагрівають до температури 175 ± 5 °С. В скляну пробірку, ретельно промиту, добре висушену й охолоджену до температури зовнішнього середовища, яку встановлюють на металевий диск, наливають досліджувану оливу при тій самій температурі до висоти 85 ± 5 мм. У пробірку вставляють термометр на пробці так, щоб його кулька була на однакових відстанях від стінок і на відстані 25 ± 5 мм від дна пробірки.

Пробірку з досліджуваною оливою встановлюють вертикально в нагріту баню і спостерігають за станом оливи після досягнення нею температури 130 °С.

Під час дослідження в лабораторії має підтримуватися тиша.

Наявність вологи в оливі вважається встановленою, коли при спінюванні або без нього чути тріск не менше двох разів.

Якщо при дослідженні спостерігається одноразовий тріск зі спінюванням, малопомітний тріск зі спінюванням, або тільки спінювання, то дослідження повторюють.

Якщо при повторному дослідженні знову спостерігаються тільки одноразовий або малопомітний тріск чи спінювання то досліджувана олива не містить вологи.

Приблизно визначити наявність води в оливі можна найпростішим способом, розглядаючи краплину досліджуваної оливи, нанесену на скло, у світлі, що проходить крізь нього. Якщо при цьому краплина є мутною, то олива містить воду.

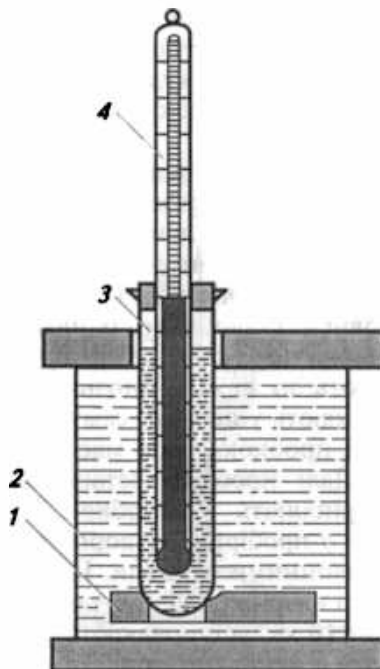


Рис. 15.2

Оливна баня:

1 — металевий диск; 2 — оливна баня;
3 — скляна пробірка; 4 — термометр

• **Визначення густини в'язких нафтопродуктів.** Моторні та інші оливи мають високу в'язкість, що не дає змоги безпосередньо виміряти їхню густину за допомогою нафтоденсиметра. Тому в'язкі нафтопродукти розводять у скляному циліндрі гасом у пропорції 1:1.

За допомогою нафтоденсиметра визначають густину приготованої суміші. Густина досліджуваного в'язкого нафтопродукту визначається так:

$$\rho = 2\rho_1 - \rho_2,$$

де ρ_1 — густина суміші; ρ_2 — густина розмішувача (гасу).

● **Визначення кінематичної в'язкості.** Спосіб визначення в'язкості оливи ґрунтується на порівнянні швидкості занурення сталльної кульки у випаровувану оливу зі швидкістю занурення таких самих кульок в еталоні оливи з відомою в'язкістю.

Для визначення кінематичної в'язкості нафтопродуктів в умовах експлуатації застосовується віскозиметр СЭВ-1, який входить у комплект експрес-лабораторії «Элан».

Віскозиметр обладнаний дев'ятьма скляними пробірками, вісім з яких заповнено оливами, в'язкість яких відома.

У пробірки, заповнені еталонними оливами, поміщено по одній кульці. Дев'ята пробірка порожня, на ній нанесено дві позначки. В цю пробірку наливають до нижньої позначки випробувану оливу (робочу рідину), опускають у неї таку саму кульку, що і в еталоні, й закривають гумовою пробкою, яка має входити у пробірку до верхньої позначки. Далі пробірку встановлюють у вільне гніздо віскозиметра й закріплюють її пробкою з прапорцем. Розмір повітряної бульбашки у пробірці має дорівнювати розмірам бульбашок у пробірках з еталонними оливами. Це регулюють положенням пробірки. Віскозиметр витримують при температурі навколишнього середовища протягом 10 хв, установлюють у вертикальне положення (пробками догори) і дають можливість усім кулькам опуститися на дно, після чого віскозиметр різко повертають на 180°. При цьому кульки у всіх пробірках почнуть опускатися. Як тільки кулька у пробірці з випробуваною оливою (робочою рідиною) досягне поділки, нанесеної на раму віскозиметра, прилад повертають на 90 ° навколо горизонтальної осі. В'язкість випробуваної оливи знаходять в результаті порівняння положення кульок в випробуваній і еталонних оливах.

● **Визначення температури займання оливи у відкритому тиглі.** Перед дослідом потрібно переконатися в тому, що в досліджуваній оливі не більше як 0,1 % води. Якщо вода є, то оливу безводнюють, витримуючи 5 год із свіжопрожареним хлористим кальцієм або сірчанокислим натрієм.

Для визначення температури займання оливи підготовляють прилад (рис. 15.3). Для цього промивають і висушують бензином тигель й встановлюють його в баню, на дно якої насипають шар (5...8 мм) прожареного піску. Рівень піску має бути на 12 мм ниж-

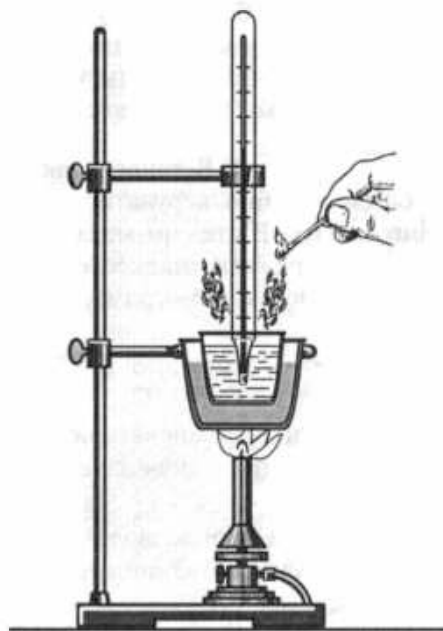


Рис. 15.3
Прилад із відкритим тиглем для визначення
температури займання оливи

че краю тигля. Баню та ртутний термометр закріплюють в штативі так, щоб ртутна кулька знаходилася усередині тигля.

Досліджувану оливу наливають в тигель на 12 мм нижче краю тигля, якщо приблизна температура займання оливи 210°C , і на 18 мм нижче, якщо вона вища. Прилад закривають кожухом для захисту від різкого руху повітря. Під пісочну баню підводять газовий пальник і нагрівають оливу зі швидкістю 10°C за хвилину. За 40°C до температури займання швидкість її нагрівання знижують до 4°C за хвилину.

Дослід починають за 10°C до температури займання оливи. Для цього через кожні 2°C на відстані 10...14 мм від поверхні досліджуваної оливи проводять полум'ям запальника. Довжина полум'я має становити 3...4 мм, довготривалість досліду 2...3 с.

За температуру займання оливи приймають температуру, при якій видно синє полум'я, що виникає і швидко зникає.

При повторному визначенні беруть нову порцію досліджуваної оливи. Розходження між експериментальними даними не повинно перебільшувати 6 °С. За остаточний результат приймають середнє арифметичне значення двох-трьох послідовних дослідів.

● **Встановлення марки оливи.** При встановленні марок олив потрібно керуватися тою самою методикою, що вже була викладена. В'язкісно-механічні характеристики моторних олив прийнято виражати індексом в'язкості. Для виконання розрахунків дуже зручною є номограма, наведена на рис. 15.4. Вона дає змогу визначити:

- індекс в'язкості оливи за її в'язкістю, виміряною за будь-яких двох температур у межах $-40...200$ °С;
- в'язкість оливи за будь-якої температури (у вказаних межах), якщо відомі індекс в'язкості й одне значення в'язкості за будь-якої температури;
- мінімальну температуру, за якої дозволяється пуск двигуна без підігрівання в ньому оливи, тобто оцінити пускові властивості оливи.

В підсумку треба прийняти рішення про застосування випробуваної оливи з зазначенням обмежень, зокрема гранично низької температури, за якої можливий пуск двигуна без підігрівання. Від вирішення цього питання залежатиме, яким буде пуск двигуна і чи не супроводжуватиметься він великим зношуванням деталей. Це можливо за умови, якщо в'язкість застосовуваних олив не перевищує критичного значення, яке дорівнює $1 \cdot 10^4$ мм²/с. Іншими словами, оцінювання пускових властивостей моторних олив полягає в тому, щоб розрахунковим шляхом знайти температуру, яка відповідає заданому значенню в'язкості. Температура, за якої оливи досягають критичних значень в'язкості, визначається за допомогою номограми (рис. 15.5). Знайдемо на номограмі температуру, за якої випробуваний зразок оливи марки М-6А матиме в'язкість $1 \cdot 10^4$ мм²/с. Точку на лівій шкалі, що відповідає 6,35 мм²/с, з'єднуємо прямою лінією з точкою, позначеною 100 °С; потім проводимо другу пряму лінію, яка йде від точки, де $v = 550$ мм²/с, до позначки 0 °С. Далі прикладаємо лінійку, з одного боку на точку, що відповідає $1 \cdot 10^4$ мм²/с, а з іншого — до точки, утвореної перетином двох зазначених прямих.

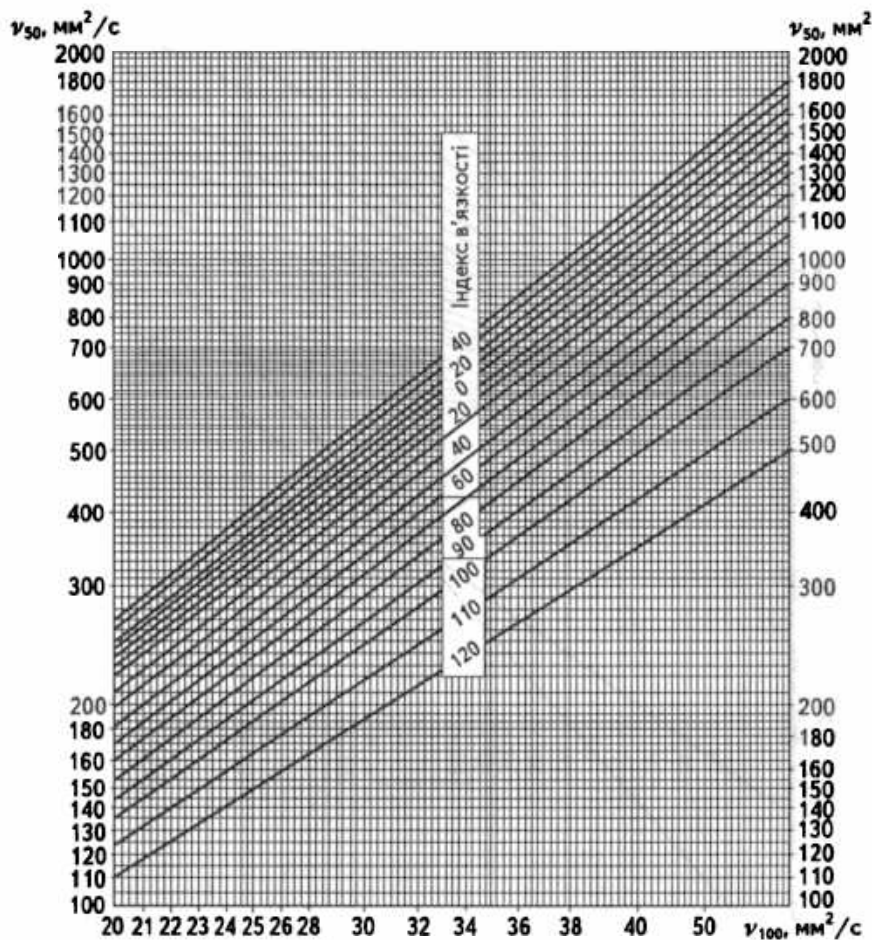


Рис. 15.4
Номограма для визначення індексу в'язкості оливи

У точці перетину лінійки з лівою шкалою знаходимо відповідь: $-26\text{ }^{\circ}\text{C}$. Таким чином, олива М-6А забезпечує пуск автомобільного двигуна без підігрівання при температурі не менше як $-26\text{ }^{\circ}\text{C}$. Цю саму задачу можна розв'язати за допомогою номограми, наведеної

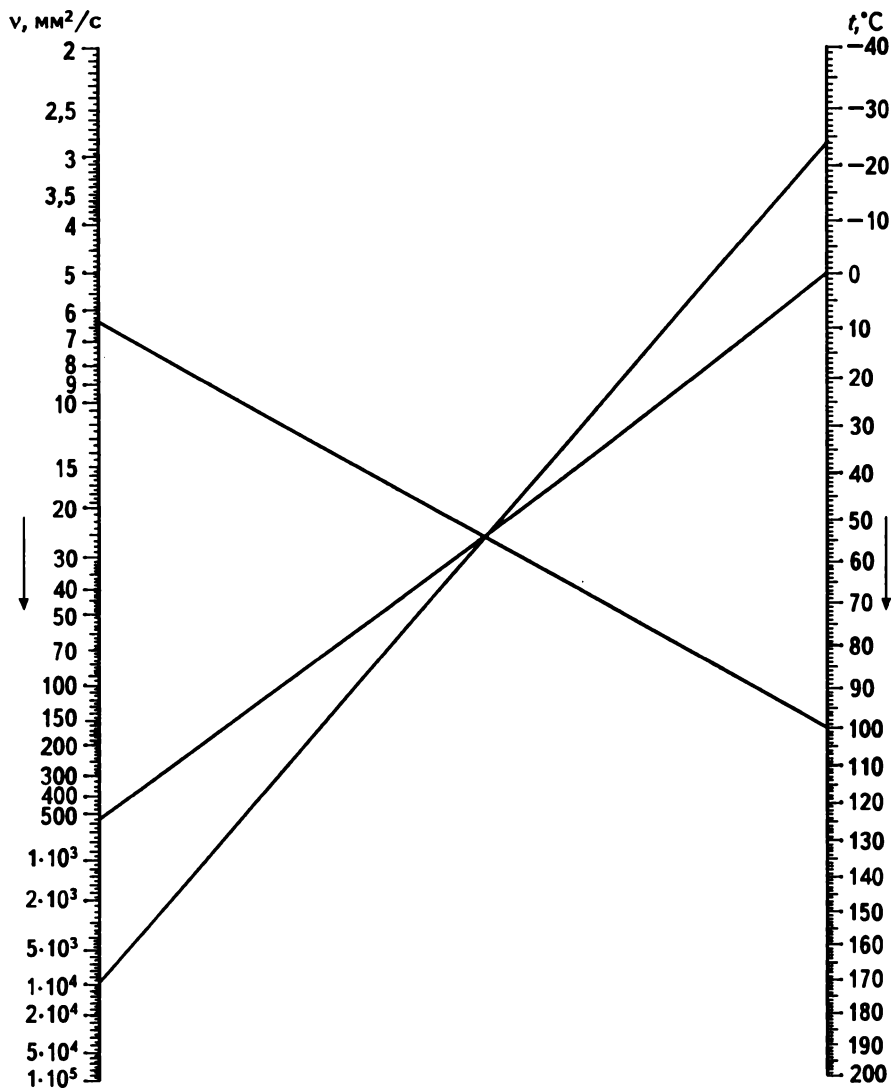


Рис. 15.5
Номограма № 1 для визначення критичних значень
в'язкості олив

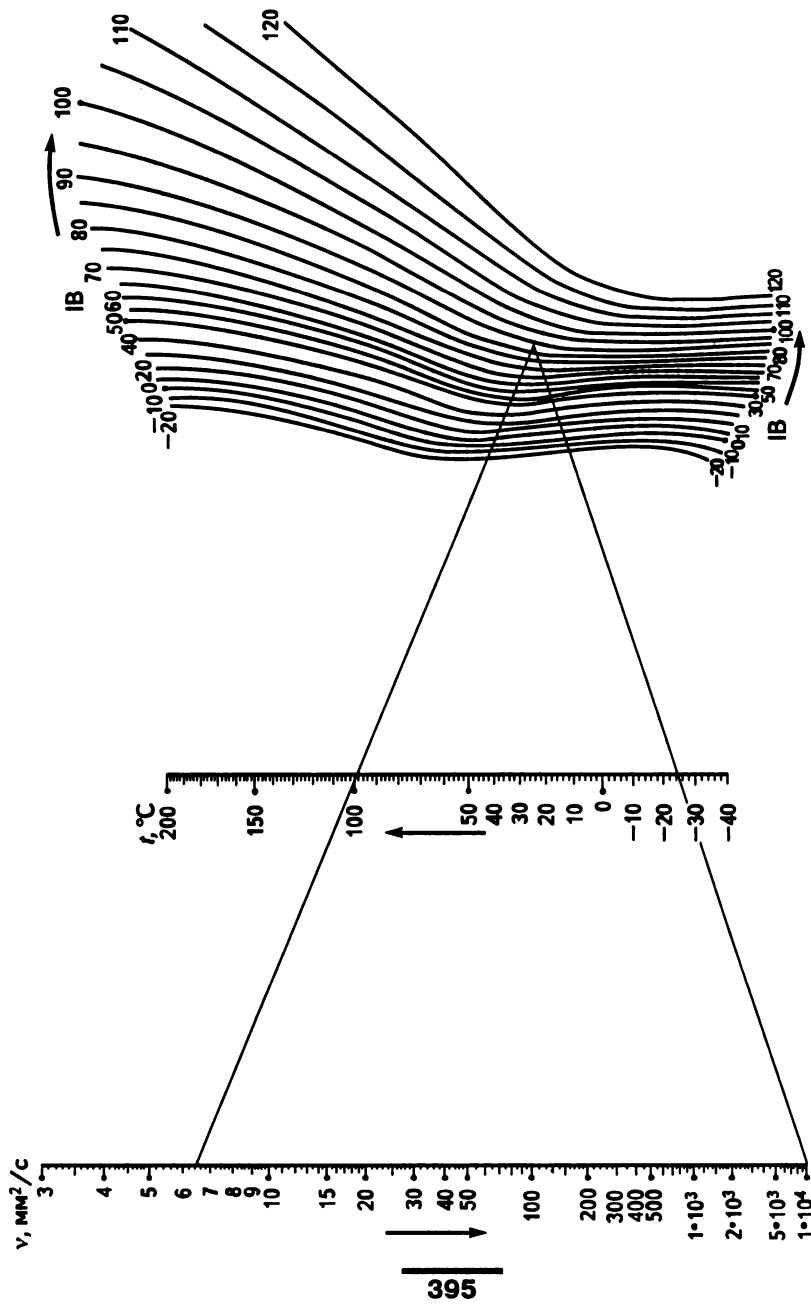


Рис. 15.6

Номограма № 2 для визначення критичних значень в'язкості олив

на рис. 15.6. Для цього спочатку знаходимо точку перетину прямої, що проходить через позначку 6,35 мм²/с на лівій шкалі та 100 °С — на правій, з кривою, що відповідає індексу в'язкості 90. Потім суміщуємо лінійку зі знайденою точкою перетину й позначкою 1 · 10⁴ мм²/с на лівій шкалі, а на шкалі температур, у місці її перетину з лінійкою, знаходимо відповідь: –26 °С.

◆ **Приклад**

Виконати аналіз моторної оливи, визначити її марку, відповідність стандарту і встановити умови застосування з зазначенням гранично низької температури, за якої може бути здійснений пуск двигуна без його підігрівання (табл. 15.4).

1. *Оцінка зразка за зовнішніми ознаками.* Колір зразка в прохідному світлі — зразок непрозорий, колір у відбитому світлі — чорний; запах — слабкий нафтопродукту. Води і механічних домішок у зразку немає.

2. *Визначення кінематичної в'язкості зразка при температурі 100 °С.* Віскозиметр № 2340, його стала С = 0,03293 мм²/с².

Час витікання (з точністю до десятої частки секунди):

1) 195,8; 2) 196,5; 3) 196,0; 4) 196,0; 5) 196,3. Середнє значення — 196,2.

Кінематична в'язкість оливи при температурі 100 °С

$$\nu = C t_{\text{ср}} \cdot 0,03293 \cdot 196,2 = 6,35 \text{ мм}^2/\text{с}.$$

Таблиця 15.4

**Відповідність основних показників зразка оливи
технічним вимогам стандарту**

Основний показник	Зразок оливи	Значення основного показника за стандартом для оливи М-6А	Фактичне відхилення показника від вимог стандарту
В'язкість, мм ² /с: при температурі, °С 100 0	6,35 550	Не менше як 6,0 Не більше як 1000	Немає Те саме
Індекс в'язкості	90	Не менше як 90	Те саме
Температура застигання	–34	Не вище –30	Те саме

Висновок

Зразок оливи задовольняє основні вимоги стандарту на оливу М-6А і може застосовуватися для двигунів автомобілів старих марок: ГАЗ-51, ЗИЛ-164 та ін.

Найнижча температура, за якої на цій оливі може бути здійснений пуск двигуна без підігрівання, дорівнює -26°C .

§ 15.6 Оцінювання якості мастил

● **Оцінювання якості мастил за зовнішніми ознаками.** Майже всі мастила є непрозорими, тому їхній колір потрібно фіксувати тільки в відбитому світлі.

Колір мастил залежить в основному від роду загусника.

Кальцієві мастила, наприклад, мають колір від світло-жовтого до темно-коричневого; *натрієві* і *кальцієво-натрієві* — від світло-жовтого до яскраво-жовтого; *літієві* мастила здебільшого коричневого кольору, *літієве мастило № 158* — синього; *графітне* — чорного і т. д.

Мастила з вуглеводними загусниками (наприклад, технічний вазелін) мають слабкий запах нафтопродуктів. *Жирові мастила універсального* призначення можуть пахнути милом. Усі масові *синтетичні мастила* (наприклад, солідол С) мають своєрідний, трохи ароматизований запах, який майже безпомилково розпізнається.

Однорідність мастила визначається візуально, не допускається вкраплення частинок мила, механічних домішок, а також не повинно бути помітного виділення з мастила рідкої фази — оливи. Якщо в шарі мастила знайдені які-небудь вкраплення, то необхідно провести якісний аналіз мастила.

Для оцінювання зразка мастила на однорідність потрібно використовувати скляну пластинку, на яку наносять випробуваний зразок мастила завтовшки 1...2 мм, і зверху притиснути іншим склом. При розгляді цього шару в прохідному світлі не повинно бути помічено неозброєним оком сторонніх твердих включень (механічних домішок), шматочків загусника, крапель оливи. В разі виявлення механічних домішок зразок мастила треба розтерти між пальцями.

За наявності абразивних домішок застосування мастил недопустиме.

● **Визначення води в мастилах.** У чисту й суху пробірку поміщають сухою скляною паличкою досліджуване мастило до висоти 40...60 мм. При цьому допускається підігрівання верхньої частини пробірки.

Пробірку закривають корковою пробкою, в отвір якої вставляють сухий термометр, поміщений у мастило так, щоб ртутна кулька знаходилася на однаковій відстані від стінки пробірки і на 20 мм нижче рівня мастила.

Пробірку із мастилом нагрівають, перемішуючи в нахиленому положенні над полум'ям пальника. Підвищують температуру мастила із швидкістю 10...20 °С за хвилину для видалення з нього повітря. Після того, як вся маса мастила розплавиться, підвищують температуру на 70 °С за хвилину і закінчують нагрівання при температурі 180 °С.

Поява поштовхів і потріскування при нагріванні мастила вказує на наявність у ньому води.

● **Визначення розчинності мастила у воді та бензині.** Випробування масил на розчинність у воді та бензині дає змогу встановити належність випробуваного зразка до масил з натрієвими або вуглецевими загусниками. Кальцієві й літієві загусники нерозчинні у воді та бензині.

Загусники у вигляді натрієвих мил (натрієвих і кальцієво-натрієвих масил) розчинюються у воді, а вуглеводневі загусники розчинюються в бензині.

З метою визначення роду загусників випробуваний зразок мастила масою близько 1 г скляною паличкою наносять на дно двох пробірок, намагаючись не заторкнути при цьому стінки. Потім додають дистильовану воду чотирикратної маси у першу й стільки ж бензину у другу пробірки. Обережно доводять на газовому пальнику воду у першій пробірці до кипіння. Повне розчинення загусника й утворення мутного (мильного) розчину з плаваючим на його поверхні шаром рідкої оливи свідчить про належність випробуваного зразка до натрієвих масил. Якщо ж після охолодження вода залишається прозорою або ледь-ледь мутною, а її поверхня вкривається шаром мастила, то необхідно провести випробування на розчинність у бензині, повільно підігрівавши пробірку до температури 60 °С (ступінь нагрівання визначають на дотик).

Мастило вважається розчинним у бензині, якщо при цьому утворюється повністю прозорий розчин із забарвленням, яке відповідає досліджуваному зразку. Здатність розчинитися у бензині мають тільки вуглеводні мастила (консерваційні). Таким чином, випробування на розчинність у воді та бензині дає змогу встановити належність випробуваного зразка до мастил з натрієвими або вуглецевими загусниками.

Кальцієві й натрієві мастила — нерозчинні у воді і бензині, хоча з бензином утворюють текучі, але непрозорі (мутні) суміші. Відрізнити їх одне від одного можна лише за температурою крапання.

● **Визначення температури крапання.**

Плавлення мастил за певної температури супроводжується значною зміною їхніх властивостей. У зв'язку із цим необхідно знати їхні температури крапання.

Температура крапання — це температура, за якої мастило з пластичного стану переходить у рідкий і при цьому відбуваються утво-

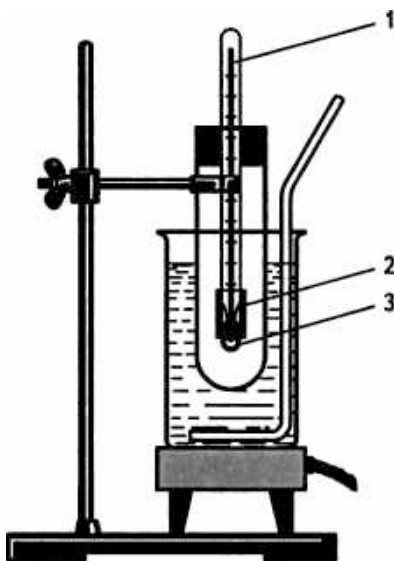


Рис. 15.7
Прилад для визначення температури крапання мастил

рення та падіння першої краплі мастила, що нагрівається в капсулі спеціального приладу (рис. 15.7) за певних умов.

Основна деталь приладу — термометр 1 з металевою гільзою 2, в яку вставляється капсуль (чашечка) 3 одного з п'яти стандартних розмірів (з каліброваним донним отвором).

Випробуване мастило щільно вмазують в чашечку приладу, стежачи за тим, щоб у пробі не було бульбашок повітря. Заповнену масилом і добре витерту з зовнішнього боку чашечку вставляють у гільзу термометра так, щоб верхній її край упирався в буртик гільзи.

Видалений при цьому нижнім кінцем термометра надлишок мастила знімають з капсули. На дно сухої чистої пробірки кладуть кружок білого паперу і поміщають в ній термометр так, щоб нижній кінець капсули знаходився на відстані 25 мм від кружка. Прилад із пробіркою закріплюють у штативі та поміщають у водяну або гліцеринову баню, яку встановлюють на електроплитку. Гліцерин використовують для мастил з температурою крапання вище 80 °С. При досягненні температури бані на 20 °С нижче допустимої температури крапання встановлюють швидкість нагрівання 1 °С за хвилину. Рідину потрібно періодично помішувати. Температура, за якої падає

Таблиця 15.5

Температура крапання та температурний діапазон застосування пластичних мастил

Мастило	Температура крапання, °С	Температурний діапазон застосування, °С
Солідол	85...105	–20...65
Прес-солідол	85...95	–30...50
Графітна УСсА	77...90	–20...65
Фиол-1	185...200	–40...120
Униол	230...260	–30...150
Циатим-221	200...220	–60...150
Циатим-201	175...190	–60...90
Мастило № 158	140...160	–40...120
КСБ	150...190	–50...110

перша крапля або дна пробірки дотикається стовпчик мастила, що виступив з отвору чашечки, приймається за температуру крапання випробуваного мастила, за якою можна приблизно судити про працездатність мастила при підвищеній температурі та про вид загусника. Робоча температура має бути на 10...20 °С нижче за температуру крапання. Температури крапання та температурний діапазон застосування деяких мастил наведено у табл. 15.5.

● **Визначення пенетрації.** Пенетрація характеризує консистенцію або ступінь м'якості мастил. Пенетрацію визначають на лабораторному пенетрометрі за глибиною занурення у випробуване мастило стандартного за масою і формою тіла (конуса або голки) за 5 с при заданому навантаженні та температурі 25 °С. Число пенетрації виражається цілим числом десятої частки міліметра глибини занурення конуса або голки в мастило.

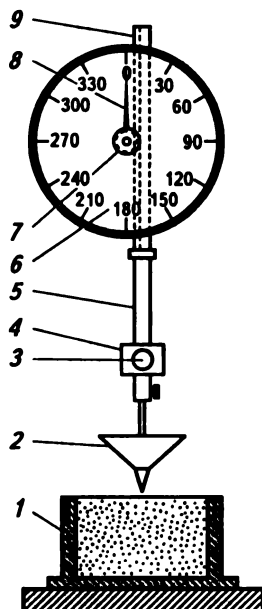


Рис. 15.8

Схема лабораторного пенетрометра:

1 — стакан; 2 — конус; 3 — кнопка; 4 — штатив;
5 — плунжер; 6 — циферблат; 7 — зубчасте колесо;
8 — стрілка; 9 — зубчаста рейка

Лабораторний пенетрометр (рис. 15.8) складається із штатива з плитою, на якій встановлено круглий рівень і столик. На штативі закріплено кронштейн із плунжером, індикатор та дзеркало. Основна деталь приладу — конус, жорстко зв'язаний з плунжером, що утримується пружинним штопором у напрямній втулці штатива. Пускова кнопка служить для звільнення плунжера.

Стакан з підготовленим мастилом, витриманим при температурі 25 °С не менше як 1 год, встановлюють на столик пенетрометра й вирівнюють поверхню мастила шпателем у рівень з краями стакана, повністю знявши його надлишок.

Якщо значення penetрації менше 200, то вимірювання проводять у точках, що знаходяться на половині радіуса кола стакана, на кутовій відстані 120 °С один від одного. Якщо значення penetрації буде 200 і вище, то вимірювання здійснюють в центрі кола стакана.

Конус пенетрометра встановлюють так, щоб наконечник дотикався (з точністю до 1 мм) поверхні мастила. Це положення конуса фіксується при відпусканні пускової кнопки. Конус не повинен дотикатися стінок стакана. Після встановлення конуса опускають кремальєру (зубчасту сітку) до дотику з плунжером й установлюють стрілку циферблата на нуль. При встановленні індикатора стежать за тим, щоб залишилась довжина ходу рейки кремальєри (30... 25 мм). Потім одночасно вмикають секундомір і натискають на пускову кнопку пенетрометра, надаючи конусу можливість вільно занурюватися в мастило протягом 5 с, після чого кнопку відпускають і занурення закінчується. Потім знову опускають кремальєру до дотикання з плунжером, при цьому також пересувають стрілку індикатора.

Після відліку показників на шкалі циферблата трохи піднімають кремальєру та плунжер, вирівнюють поверхню мастила в стакані, добре очищають конус від налиплого мастила і повторюють дослід чотири-п'ять разів, змінюючи кожен раз місце занурення конуса. Максимальне розходження між окремими вимірюваннями не повинно перевищувати 6 %.

• Установлення марки мастила.

Одержані експериментальні дані заносять у підсумкову таблицю (табл. 15.6), а потім, зіставивши їх з показниками стандарту, встановлюють марку зразка і його відповідність стандарту. У висновку

поряд із призначенням або сферою застосування випробуваного зразка обов'язково зазначають гранично високу температуру, до якої можна нагрівати його в експлуатаційних умовах. При вирішенні цього питання потрібно керуватися тим, що найвища температура, до якої може бути дозволено нагрівання мастила під час роботи, має бути нижчою від температури крапання на 10 °С для низькоплавких, на 15 °С для середніх та 19 °С для тугоплавких мастил. Слід не забувати про округлення гранично високої температури до тих, що закінчуються цифрою 5 або 0. Залежно від цього зі знайденого значення віднімають 10...14 °С для низькоплавких і 15...19 °С для середніх і тугоплавких мастил.

За результат випробування приймають середнє арифметичне чотирьох-п'яти послідовних вимірювань, які порівнюють з наведеними даними:

Мастило	Пенетрація при 25 °С, мм
Солідол С	270...330
Прес-солідол С	330...360
Графітне УСсА	250...270
Литол 24	220...250
Фиол-1	310...340
Униол-1	280...320
ЦИАТИМ-221	280...320
ЦИАТИМ-201	290...320
Лита	290...320
Мастило № 158	305
КСБ	245...275

Під час аналізу будь-якого захисного мастила треба перевірити його на наявність водорозчинних кислот. З цією метою необхідно використовувати водяну витяжку, що залишилася в тій пробірці, в якій проводилося випробування зразка на розчинність у воді.

Таблиця 15.6

Підсумкова таблиця випробування мастила

Основний показник	Зразок мастила	Значення основного показника за стандартом на мастило	Відхилення показника від стандарту	
			допустиме	фактичне
Температура крапання, °C	132	Не менше як 130	–5	Немає
Число пенетрації	255	255...275	±20	Те саме

§ 15.7 Оцінювання якості спеціальних рідин

• **Визначення марки гальмової рідини за кольором і запахом.** Гальмову рідину наливають у сухий скляний циліндр місткістю 250...500 мл.

Марку рідини визначають за її кольором, користуючись табл. 15.7.

Таблиця 15.7

Зовнішні ознаки гальмових рідин

Показник	Марка рідини			
	ГТЖ-22М	«НЕВА»	БСК	ЕСК
Колір	Прозора зеленого кольору	Прозора від жовтого до світло-коричневого кольору	Від червоного до оранжево-червоного кольору	Червоного кольору

Рідини на нафтовій основі (ГТН) мають слабкий запах гасу. Рідини на касторовій основі мають запах спиртів: ЕСК — етилового, БСК — бутилового. Рідини на гліколевій основі (ГТЖ-22М, «НЕВА») специфічного запаху не мають.

● **Перевірка гальмових рідин на сумісність.** Якщо марка рідини невідома, то роблять пробу на сумісність. У пробірку наливають однакові об'єми відомої та невідомої марок рідини і суміш збовтують. Якщо пройшло розшарування суміші, то рідини виготовлено на різній основі, через що змішувати або доливати їх у гальмову систему машини не можна. Перед тим, як доливати гальмову рідину в систему, необхідно провести аналогічне випробування з пробою, взятою з системи, і пробою рідини, яку хочемо доливати в систему.

● **Визначення основи гальмової рідини.** Для визначення основи гальмової рідини використовують дію бензину і води на зразки рідин. У пробірку наливають 2 мл випробуваної рідини, додають до неї стільки ж бензину й перемішують енергійним бовтанням.

Рідини, виготовлені на нафтовій основі (ГТН), а також рідини на касторовій основі (БСК, ЕСК) повністю перемішуються з бензином й утворюють однорідну прозору суміш.

Гліколеві рідини (ГТЖ-22М, «НЕВА») не змішуються з бензином, а розшаровуються, утворюючи при цьому два різні шари: зверху знаходиться бензин, а знизу — рідина. У другу пробірку заливають близько 2 мл води і восковим олівцем на стінці пробірки позначають її рівень. Потім додають близько 3 мл випробуваної рідини й енергійним бовтанням перемішують суміш.

Рідини на гліколевій основі ГТЖ-22М (ГТЖ-22), «НЕВА» з водою взаєморозчинюються, утворюючи однорідну суміш.

Рідини на нафтовій основі при перемішуванні спочатку утворюють емульсію, яка потім розпадається на два шари: зверху — випробувана рідина, а знизу — вода, причому об'єм води не змінюється порівняно з початковим.

Рідина БСК утворює з водою стійку емульсію оранжевого кольору, яка розпадається після довгого відстоювання.

Рідина ЕСК розчиняється водою, оскільки етиловий спирт, який є в рідині, сполучається з водою. Блідо-жовта емульсія, що утворилася на початку, розшаровується на два шари: зверху — касторова олія, знизу — вода. При цьому її об'єм зменшується порівняно з початковим через розчинення етилового спирту.

● **Визначення якості робочої рідини.**

Якість робочої рідини визначається аналогічно визначенню якості моторних олиव.

Граничні значення показників основних властивостей робочих рідин та трансмісійних олив наведено у табл. 15.8.

Таблиця 15.8

**Граничні значення показників робочих рідин
та трансмісійних олив**

Марка робочої рідини й оливи	Кінематична в'язкість, мм ² /с	Наявність механічних домішок, % (клас за ГОСТ 17216–71)	Наявність води, %	Кислотне число, мг КОН на 1 г оливи
ВМГЗ	10/8	0,005/0,008(13)/(14)	0,005/0,5	0,05/0,55
МГЕ-46В	25/20	0,005/0,008(13)/(14)	0,005/0,5	0,9—1,5/1,55
АУ	12...14/10,4...15,6	0,005/0,008(13)/(14)	0,03/05	0,07/0,25
И-30А	28...33/24...36	0,005/0,008(13)/(14)	0,03/05	0,05/0,25
МГЕ-10А	10/8	0,005/0,008(13)/(14)	0,03—0,5	0,4—0,7/0,75
АУП	11...14/10...15	0,005/0,008(13)/(14)	0,005/0,5	0,45—1/1,05
А	23...30/21,2...31,8	0,01/1	0,005/0,5	—
Р	12...14/10,4...15,6	0,01/1	0,005/0,5	—
ТСп-10*	10/15	0,02/1	0,03/1	—
ТАП-15В*	15/22,5	0,03/1	0,03/1	—
ТСп-15К	15/22,5	0,01/1	0,03/1	—
ТАД-17И	17,5/26,2	0,005/1	0,03/1	—

* Кінематична в'язкість при температурі 100 °С.

Примітка. Через косу лінію наведено значення для дизельних двигунів та для бензинових.

● **Оцінка антифризу за зовнішніми ознаками.** Колір, прозорість та однорідність антифризу визначають візуально. Для цього зразки наливають у чисті прозорі циліндри місткістю 250...500 мл. Щойно виготовлений антифриз являє собою ледь мутну рідину, але з часом вона стає прозорою.

При візуальному огляді антифризи в циліндрі мають бути прозорими, не містити осадів, зважених часток, а також емульсованих плаваючих на поверхні антифризу нафтопродуктів. Нафтопродукти, що потрапили в антифриз, спричиняють сильне піноутворення, через що піна виходить з системи охолодження.

Перед заливанням антифризу з системи охолодження має бути видалено накип.

● **Визначення температури замерзання й складу антифризу.** Температура замерзання антифризу й вміст в ньому етиленгліколю можна визначити за допомогою гідрометра (рис. 15.9). Він являє собою ареометр, який замість шкали густини має подвійну шкалу: утримання етиленгліколю (%) і температуру замерзання. Визначення цих показників базується на зміні густини суміші залежно від співвідношення етиленгліколю та води.

Шкали гідрометрів градуюють при температурі 20 °С, оскільки саме за цієї температури антифризу прибор фіксує зміст в ньому етиленгліколю. Тому в разі необхідності антифриз, залитий в скляний посуд, підігрівають або охолоджують до зазначеної температури.

Для занурення гідрометра рекомендується використовувати скляний циліндр місткістю 250...500 мл, який заповнюють антифризом на 50...60 мм нижче верхнього краю циліндра. Потім гідрометр обережно опускають в циліндр з антифризом і визначають за шкалою значення складу антифризу й температуру застигання. Якщо необхідно визначити склад антифризу за температурою, яка відрізняється від 20 °С, до показання гідрометра вносять поправку.

Щоб визначити значення концентрації антифризу C_{ϕ} (при температурі 20 ± 10 °С) можна скористатися такою формулою:

$$C_{\phi} = C, [1 + 0,008(t - 20)]$$

Наведена формула буде вірною лише для антифризів з місткістю етиленгліколю 20...70 %.

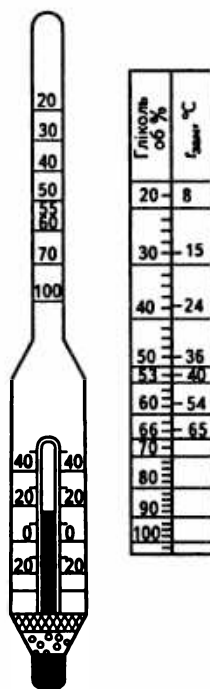


Рис. 15.9
Гідрометр та його шкала



**Контрольні запитання
та завдання**

1. Як можна визначити октанове число?
2. Як можна встановити марку бензину й прийняти рішення про його застосування?
3. Як можна встановити марку дизельного палива і прийняти рішення про його застосування?
4. Дайте коротку характеристику експрес-лабораторії «Елан».
5. Які показники якості моторних олиव і як вони оцінюються?
6. Як встановити марку оливи?
7. Які показники якості мастил і як вони оцінюються?
8. Охарактеризуйте колір і запах мастил.

9. Як можна визначити однорідність мастил?
10. Назвіть способи визначення наявності води у мастилах.
11. Про що можна дізнатися за розчином мастил у воді та бензині?
12. Що таке температура крапання і як її визначають?
13. Що таке пенетрометр і пенетрація? Як знайти число пенетрації?
14. Як можна визначити марку мастила і його відповідність стандарту?
15. Визначіть марку гальмової рідини за кольором і запахом.
16. Як перевірити рідини на сумісність?

Глава 16

ЛАКОФАРБОВІ МАТЕРІАЛИ

§ 16.1

Загальні відомості

Лакофарбові матеріали призначені для покриття поверхонь машин та їхніх деталей тонким шаром плівки. Лакофарбові покриття захищають поверхні від руйнівної дії навколишнього середовища, надають декоративних ефектів у поєднанні з високою стійкістю в атмосферних умовах. Захисно-декоративні властивості й довговічність лакофарбових покриттів визначається як властивостями лакофарбових матеріалів, так і, не меншою мірою, способом підготовки поверхні до фарбування та технологією фарбування, що застосовується.

Щоб поверхні автомобілів та їхніх деталей були довговічними та виглядали естетично, лакофарбові матеріали мають відповідати таким вимогам:

- міцно зв'язуватися з пофарбованою поверхнею, тобто мати високу адгезію;

- мати найбільш можливу високу міцність, твердість та необхідну еластичність. За недостатньої еластичності на виробі від механічного або температурного впливу можуть з'явитися тріщини або зморшки;

- щонайменше пропускати вологу, пари рідин, газів, сонячні промені і при цьому під впливом цих факторів не змінювати своїх властивостей;

- у випадку пошкодження легко відновлюватися в умовах автотранспортних підприємств.

Нанесення лакофарбових покриттів є найуніверсальнішим і найпоширенішим способом захисту машин від корозії.

Фарбування кузова машини, й передусім автомобілів, незважаючи на складність, високу трудомісткість та значну вартість, є поки що єдиним видом захисного покриття, що дає змогу задовольнити різні естетичні вимоги до кольору, блиску й інших декоративних ефектів у поєднанні з високою стійкістю в атмосферних умовах.

§ 16.2 Маркування

До лакофарбових матеріалів для фарбування автомобілів належать лаки, ґрунтовки, шпаклівки і фарби (в тому числі емалі).

Прийняте в країнах СНД маркування лакофарбових матеріалів наведено в ГОСТ 9825—73, а покриттів з них — у ГОСТ 9.032—74.

В позначення лаків, ґрунтовок, фарб входять п'ять груп знаків.

До *першої групи* належать найменування: лак, шпаклівка, ґрунтовка, фарба.

До *другої групи* належать позначення двома великими літерами російського алфавіту основних плівкоутворювачів:

На основі полімеризаційних смол

Каучукові	КЧ	Перхлорвінілові	ХВ
Оливо-алкідностирольні	МС	Поліакрилові	АК
Полівінілацетатні	ВА	Фторопластові	ФП
Співполімерноакрилові	АС	Дивінілацетиленові (етиноленові)	ВН

На основі співполімерів

Вінілацетатні	ВС	Вінілхлоридні	ХС
---------------	----	---------------	----

На основі поліконденсаційних смол

Алкідноуретанові	АУ	Кремнієорганічні	КО
------------------	----	------------------	----

Сечовинні (карбомідні)	МЧ	Поліефірні насичені	ПЛ
Циклогексанові	ЦГ	Поліефірні ненасичені	ПЭ
Пентофталеві	ПФ	Поліуретанові	УР
Фенолалкідні	ФА	Епоксидні	ЭП
Епоксиефірні	ЭФ	Меломинові	МЛ
Гліфталеві	ГФ	Етрифталеві	ЭТ
Фенольні	ФЛ		

На основі природних смол

Бітумні	БГ	Лужні	ЩЛ
Каніфольні	КФ	Янтарні	ЯН
Оливні	МА		

На основі ефірів целюлози

Нітроцелюлозні	НЦ	Ацетилцелюлозні	АЦ
Ацетобутилатцелюлозні	АБ	Етилцелюлозні	ЭЦ

Примітка. Для лакофарбових матеріалів, що мають специфічні властивості, перед наведеною групою знаків ставлять літери російського алфавіту: В — водорозчинний, Э — емульсійні, П — порошкові.

Третя цифрова група записується за другою після дефіса і характеризує переважно призначення матеріалів:

Шпаклівки	00
Грунтовки	0
Атмосферостійкі	1
Обмежено-атмосферостійкі (зберігання під навісом)	2
Для покриття всередині приміщення	3
Водостійкі	4
Неводостійкі	5
Спеціальні (для шкіри, гуми, тканини) олиовобензостійкі	6
Стійкі до хімічних реагентів	7
Термостійкі (при температурі 60...500 °С)	8
Електроізоляційні	9

Четверта група характеризує порядковий номер, присвоєний лакофарбовому матеріалу, й може позначатися однією, двома й навіть трьома цифрами. Між третьою й четвертою цифровими групами розриву немає.

П'ята група — це слова, що визначають колір фарб і деяких ґрунтовок. При значній кількості відтінків одного чи того самого кольору додатково вказується порядковий номер кольору (синя — 1, синя — 2 тощо).

Деяким масовим фарбам стандартних кольорів та відтінків присвоюється номер у вигляді двозначних цифр, які записуються між позначенням четвертою групою і словесним позначенням кольору. При цьому позначення четвертою групою відокремлюється від номера кольору дефісом.

Приклади призначень:

Захисно-зелена емаль для зовнішніх покриттів позначається: емаль НЦ-11-15-захисна, зелена.

Блакитна меламіноалкідна емаль для зовнішніх покриттів: емаль МЛ-12-38-блакитна.

Червона пентафталева емаль для покриття всередині приміщень: емаль ПФ-233-червона.

§ 16.3 Характеристика і використання

Лаки — це розчини плівкотвірних речовин в органічних розчинах або воді. Вони служать для здобуття прозорих покриттів або нанесення поверхневого шару по шару емалі для збільшення блиску покриття.

Плівкотвірні речовини складаються з природних смол (каніфолі, пеки), ефірів, целюлози, окиснених олив (оліфи), епоксидних, алкідних та інших смол.

Ґрунтовки застосовуються для забезпечення адгезії покриття до металу. Вони поділяються на кілька типів:

- пасивувальні — містять у своєму складі разом з іншими пігментами хромати й фосфати;

- фосфатувальні — фосфатують метал завдяки присутності фосфатної кислоти;
- протекторні — містять велику кількість цинкового пилю, що забезпечує катодний захист металу;
- ізолювальні — містять залізний сурик та цинкові білила й захищають метал від проникнення вологи;
- перетворювачі іржі — містять фосфатну кислоту, що вступає у взаємодію з продуктами корозії та перетворює їх.

Шпаклівки використовуються для вирівнювання мікро- і макро-дефектів поверхні, що фарбується. Вони мають вигляд пастотвірної маси, що наноситься шпателем, а при відповідному розбавленні розчинником — пневморозпилювачем або щіткою. Після нанесення та сушіння шпаклівки підлягають шліфуванню.

Фарби — це суспензії пігментів і наповнювачів у лаках або оліфах. Вони можуть також містити спеціальні добавки — пластифікатори, сикативи, затверджувачі, стабілізатори й емульгатори. Фарби, що виготовляються на лаках, називають емалями, а на оліфі — олівними.

Емалі призначені для здобуття одношарових захисно-декоративних покриттів деталей двигуна, шасі та трансмісії, а також багатошарових декоративних покриттів кузовів. Від емалей для одношарових покриттів, як правило, не вимагаються високі декоративні властивості. Проте вони мають забезпечувати захист деталей від корозії в умовах експлуатації автомобілів. Опоряджувальні емалі мають забезпечувати високий блиск покриття, рівну поверхню, чистий глибокий тон, високу стійкість до різних кліматичних умов (атмосферостійкість).

Крім того, для емалей всіх типів висуваються вимоги щодо вартості, стійкості до води, мастила та бензину.

Призначення й способи нанесення шпаклівок, ґрунтовок, фарб та емалей наведено в табл. 16.1—16.4, а їхні захисні властивості — в табл. 16.5.

Таблиця 16.1

Шпаклівки та їхнє застосування

Марка, колір	Спосіб нанесення	Рекомендований розчинник	Режим сушіння
МС-006 Рожевий	Наноситься шпателем на грунтовану поверхню, легко шліфується всуху і з водою. Товщина його шару — не більше 100 мкм, число шарів шпаклівки — не більше як 5	Ксилол	18...22 °С, 30 хв (на один шар)
НЦ-007. Червоно-коричневий; НЦ-008. Захисний; НЦ-009. Жовтий	Те саме	Ксилол, № 645, № 646	18...22 °С, 1 год (на один шар)
ЭП-0010, ЭП-0020 Червоно-коричневий	Находить у комплекті з затверджувачем № 1. Перед застосуванням масу змішують з затверджувачем (100:8,5). Наноситься шпателем на метал (для затертя раковин до 8 мм) або пневморозпилювачем. Складно шліфується	Ксилол, № 646, Р-4, Р-5, Р-40	18...22 °С, 24 год; 60...70 °С, 7 год
ПФ-002 Червоно-коричневий	Наноситься шпателем. Товщина одного шару — не більше 0,5 мм; число шарів шпаклівки — не більше як 4. Легко шліфується всуху та з водою	Уайт-спірит, скипидар	18...22 °С, 24 год; 18 °С, 1 год
ПЭ-0044 Світло-сірий	Застосування у суміші з прискорювачем твердіння. Наноситься шпателем на будь-які поверхні. Товщина шару не більше 1,5 мм	Те саме	18...22 °С, 24 год; 18 °С, 1 год
ПЭ-0085 Світло-сірий	Те саме	» »	18...22 °С, 24 год; 18 °С, 1 год

Ґрунтовки, їхнє призначення

Марка, колір	Тип ґрунтовки	Призначення
В-КФ-093 Сірий, червоно-коричневий, чорний	Пасивувальна	Для ґрунтування кузовів і кабін автомобілів. Для фарбування вузлів та деталей автомобілів
В-КЧ-0207 Сірий	»	Для ґрунтування кузовів, кабін, вузлів та деталей автомобілів
В-МЛ-0143 Чорний	»	Для фарбування вузлів та деталей автомобілів
ЭП-0228 Сірий	»	Для ґрунтування кузовів та кабін автомобілів по електрофорезному ґрунту й металу
ГФ-073 Жовтий	»	Для ґрунтування окремих частин кузовів автомобілів (прошліфованих деталей)
ГФ-089 Чорний	»	Для фарбування карданних валів і інших деталей автомобіля
ГФ-018 Жовтий	»	Для ґрунтування кузовів автомобілів по електрофорезному ґрунту й металу
ГФ-031, ГФ-032 Жовтий	»	Для ґрунтування деталей із сталі, алюмінієвих та магнієвих сплавів, оцинкованих і кадмованих
ГФ-021 Червоно-коричневий	»	Для ґрунтування металевих та дерев'яних виробів

Таблиця 16.2

та способи нанесення

Спосіб нанесення	Робоча в'язкість за ВЗ-4, с	Рекомендований розчинник	Режим сушіння
Електроосадження на аноді (анафорез)	—	Вода демінералізована	180 °С, 30 хв
Електроосадження на аноді (анафорез)	—	Те саме	180 °С, 30 хв
Занурювання, обливання, пневморозпилення	25...30	» »	180 °С, 30 хв
Пневмо- та електростатичне розпилення	20...23	Ксилол, Р-197	150 °С, 20 хв
Пневморозпилення, щіткою, квачиком	22...24	Ксилол	18...22 °С, 5 хв від пилу, 24 год — повне висихання
Пневмо- та електростатичне розпилення	20...22	»	100 °С, 10 хв або 18...20 °С, 24 год
Те саме	26...30	Сольвент, ксилол	140 °С, 30 хв
Пневморозпилення, щіткою	12...30	Ксилол	ГФ-031 100 °С, 2,5 год; ГФ-032 18...20 °С, 6 год
Те саме	22...24	Сольвент, ксилол	100 °С, 30 хв

Марка, колір	Тип ґрунтовки	Призначення
ФЛ-03К Червоний	Пасивувальна	Для ґрунтування поверхонь з чорних металів
ФЛ-03Ж Жовтий	»	Для захисту деталей з кольорових металів
ВЛ-02, ВЛ-08, ВЛ-023 Жовто-зелений	Фосфатувальна	Швидкосохнучі ґрунтовки для ґрунтування поверхонь з чорних та кольорових металів з довготривалим фосфатуванням
ПФ-033 Чорний	Ізолювальна	Для ґрунтування кузовів та кабін
ПФ-099 Чорний	Пасивувальна	Для фарбування деталей автомобілів
ПФ-0142 Червоно-коричневий	»	Для ґрунтування поверхонь чорних металів
НЦ-081 Коричневий	»	Для ґрунтування металевих та дерев'яних поверхонь, а також прошліфованих місць
НЦ-097 Сірий	»	Для ґрунтування окремих ділянок, прошліфованих місць
ІПС-0141 Червоно-коричневий	»	Для ґрунтування поверхонь чорних металів

Закінчення табл. 16.2

Спосіб нанесення	Робоча в'язкість за ВЗ-4, с	Рекомендований розчинник	Режим сушіння
Пневморозпилення, щіткою	18...20	Сольвент, ксилол	100 °С, 35 хв 18...22 °С, 12 год
Те саме	18...20	Сольвент, ксилол	100 °С, 35 хв 18...22 °С, 12 год
Те саме	16...20	Розчинник Р-6	18...22 °С, 15 хв
Занурення, пневморозпилення	14...15	Демініралізована вода	170 °С, 20 хв
Струминне обливання, занурення, пневморозпилення	23...26	Демініралізована вода	180 °С, 30 хв
Те саме	18...20	Ксилол, сольвент	170 °С, 20 хв; 20 °С, 4 год
Пневморозпилення	19...20	Розчинник № 646	65 °С, 30 хв
Пневморозпилення, щіткою	22...26	Розчинник № 647	60 °С, 1 год; 20 °С, 3 год
Те саме	18...20	Уайт-спірит, ксилол	100 °С, 20 хв; 20 °С, 4 год

Таблиця 16.3

Лакофарбові матеріали, їхнє маркування й використання

Найменування фарби	Позначення	Маркування	Розчинник	Ґрунт	Використання
Нітроемаль	НЦ	НЦ-624 (625, 273, 230, 507, 508, 908, 909, 910, 938)	646, 647 РДВ	ГФ-020 НЦ-081	Двигуни
Нітрогліфтенова	ФА	ФА-517 (518, 519, 521, 522 сп; 531 сп; 535 сп)	Те саме	ГФ-020 ФЛ-03К НЦ-081	Кабіни, капоти, шасі, агрегати, дерев'яні платформи вантажних автомобілів
Нітропентофталева	НПФ	МПФ-10	» »	ГФ-020	Те саме
Перхлорвінілова	ХВ	ХВ-113	Р-4	ФЛ-03К	» »
Алкідпостирольна	МС	МС-17	Сальвент, ксилол	ГФ-020	» »
Гліфталева	ГФ	ГФ-230	Уайт-спірит	ГФ-020	» »
Олійна	МА	МА-1433 (124, 122)	Скипидар, уайт-спірит, сольвент	—	Рама, шасі, трансмісія, металічні платформи
Бітумна	БТ	БТ-123 (538, 539, 577 БІ-783) кислотостійкі	Те саме	—	Диски колес, двигуни, поверхні, контактуючі з парами соляної кислоти
Фенольна	ФЛ	ФЛ-724-1 ФЛ-687	Етиловий спирт	ГФ-020 ФЛ-03К	Тара та ємкості для нафтопродуктів і води
Полівінілацетатна	ВЛ	ВЛ-515	Р-60, суміш етилового спирту з дивінілацетиленом	Те саме	—
Кремнеорганічна	КО	КО-97, КО-811	Р-S, ксилол	ГФ-020 ФЛ-03К	Агрегати, що працюють при високій температурі

Таблиця 16.4

Емалі, їхнє призначення та способи нанесення

Марка	Колір	Призначення	Спосіб нанесення	Робоча в'язкість за ВЗ-4, с	Рекомендовані розчинники	Режим сушіння
МЛ-1110	Різні кольори	Для фарбування кузовів	Пневмо-розпилення	24...28	Р-198, сольвент	130 °С, 30 хв
МЛ-197	Те саме	Те саме	Те саме	20...22	Р-197, № 2	100 °С, 30 хв
МЛ-152	» »	» »	» »	23...25	Р-197	80 °С, 60 хв; 100 °С, 35 хв
МЛ-12	» »	» »	» »	18...20	Р-198, сольвент	130 °С, 20 хв
МЛ-1195 (одно-пігментна)	» »	Для створення емалей, потрібних кольорів та ремонтної фарбовки	» »	20...22	Ксилол	80 °С, 30 хв
МЛ-1196	Чорний	Для фарбування радіаторів, рам, коліс та інших деталей	Розпилення, занурення, обливання, шпінкою	18...22	Те саме	100 °С, 30 хв
МЧ-123	Чорний	Те саме	Те саме	25...30	» »	110...120 °С, 30 хв; 140...150 °С, 12 хв
МС-17	Світло-сірий, чорний	Для фарбування двигунів, вузлів шасі	Розпилення, шпінкою	20...25	Ксилол, сольвент	18...25 °С, 30 хв
АС-127	Різні кольори	Для фарбування деталей автомобілів, мотоциклів та інших виробів	Те саме	18...22	Сольвент, бутилацетат	150 °С, 30 хв
КЧ-190	Чорний	Для фарбування пружин, деталей шасі	Розпилення, занурення, шпінкою	23...29	Ксилол	18...25 °С, 30 хв

Таблиця 16.5

Захисні властивості лакофарбових матеріалів

Марка ґрунтовки, емалі	Час до початку корозії, год	
	У камері 5%-го сольового туману	У 3%-му розчині хлориду натрію
ГФ-018	—	24
ГФ-089	96	—
ФЛ-03	—	24
ФЛ-093	150	—
ПФ-033	—	24
В-МЛ-0143	240	—
В-КЦ-02-07	275	—
К4-190	96	—
КО-828	150	—
УР-1154	96	—
ФА-5104	96	—

§ 16.4 Допоміжні матеріали

• **Загальні відомості.** Технологія фарбування кузовів, як правило, включає такі основні операції: знежирювання, фосфатування, первинне ґрунтування способом електрофорезу й сушіння, нанесення вторинного ґрунтування способом електростатичного або пневматичного розпилення й сушіння; нанесення емалі певного кольору й сушіння. Матеріали, що застосовуються для фарбування, умовно можна поділити на допоміжні й

основні. До допоміжних належать розчинники й розмішувачі, знежирювальні і фосфатувальні сполуки, каталізатори тощо.

● **Розчинники, розмішувачі, розрідники, змивачі.** *Розчинники* призначені для очищення робочих поверхонь перед фарбуванням, а також для доведення лакофарбових матеріалів до робочої в'язкості. Як розчинники використовуються різноманітні органічні сполуки, які можуть бути однокомпонентними (бензин, сольвент, кислота тощо) або багатокомпонентними (суміші однокомпонентних розчинників РКБ-1, Р-7, Р-40, РС-1 та ін.) (табл. 16.6).

Багатокомпонентні розчинники дістали назви складних розчинників, розмішувачів або розрідників.

Таблиця 16.6

Властивості і призначення однокомпонентних розчинників

Розчинник	Лакофарбувальні матеріали. Вживання для інших цілей	Основні характеристики			
		Температура кипіння, °С	ПДК, мг/м³	Змішуваність з водою	Температура займання, °С
Ацетон	Нітроцелюлозні на основі епоксидних смол і вінілових полімерів. Очищення й знежирення поверхні	55...57	200	Повна	-18
Бензин, розчинник для лакофарбової промисловості (уайт-спірит)	Масляні, бітумні, етинолові на основі природних смол, широкого вживання для знежирення перед фарбуванням	165...200	300	Не змішується	33
Нефраз С-4-150/200	Те саме	140...215	300	Те саме	31

Закінчення табл. 16.6

Розчинник	Лакофарбувальні матеріали. Вживання для інших цілей	Основні характеристики			
		Температура кипіння, °С	ПДК, мг/м³	Змішуваність з водою	Температура займання, °С
Бензин-розчинник для гумової промисловості БР-1, БР-2	Те саме	80...120	300	Те саме	-17
Ізопропіловий спирт	Очищення і знежирення	82	200	Повна	14
Ксилол кам'яно-вугільний, нафтовий	Глифталеві, пентафталеві, фенольні, епоксидні, фенольно-алкідні, бітумні, кремнеорганічні	136...143	50	Не змішується	29
Скипидар	Масляні, бітумні, бітумно-олійні, глифталеві, пентафталеві, фенольні, етінолеві	150...225	300	Те саме	34
Сольвент кам'яно-вугільний, нафтовий	Сечоформальдегідні, меламіноалкідні, перхлорвінілові, бітумні, глифталеві, пентафталеві	120...200	100	» »	34
Толуол кам'яно-вугільний нафтовий	Кремнеорганічні, перхлорвінілові, глифталеві	100...111	50	» »	6
Трихлоретилен	Очищення і знежирення деталей в мийних машинах закритого типу	85...88	50	» »	Не горить
Етилцелозольв	Епоксидні, епоксифірні	128...138	200	Погана	52

! Потрібно пам'ятати, що майже всі органічні розчинники належать до класу легкозаймистих рідин і утворюють вибухонебезпечні суміші з повітрям.

Змивачі — це сполуки, які готують із використанням (СП-7, СП-6, СПС, СД, АТФ-1 тощо). Вони призначені для виведення старих лакофарбових покриттів (табл. 16.7). Змивачі містять розчинники, затверджувачі, сповільнювачі випаровування, емульгатори, інгібітори корозії та спеціальні домішки.

● **Знежирювальні сполуки.** Для знежирення поверхонь перед фарбуванням застосовуються органічні розчинники, лужні й кислі водяні мийні сполуки та емульсійні сполуки.

Органічні розчинники добре виводять забруднення органічного характеру, розчинюючи їх повністю або частково.

Лужні водяні мийні сполуки (КМІ-1, КМЕ-1, МЛ-51, МС-8, Лабомид-101, 102 тощо) добре очищають від забруднень як органічного, так і неорганічного характеру, але вони малоефективні для видалення шліфувально-полірувальних мастил і олив, що загусли.

Лужні мийні композиції — це готові до застосування суміші солей фосфорної, борної та інших неорганічних кислот з поверхнево-активними речовинами, що забезпечують стабільну мийну дію і знежирення піноутворення.

Для суцільного знежирення поверхонь можуть застосовуватись такі водяні розчини:

Кислі водяні мийні сполуки характеризуються більш низькою мийною здатністю, ніж лужні, але можуть виводити з поверхні металу оксидні плівки.

Емульсійні сполуки — це емульсії розчинників у воді, стабілізовані поверхнево-активними речовинами. Вони мають комбіновану дію.

Забруднення на поверхні виробів, що підлягають фарбуванню, — це суміш речовин, які різняться хімічним складом і фізичними властивостями. Тому знежирювання виробів проходить у кілька стадій з використанням різних засобів.

Знежирювання кузовів легкових автомобілів, як правило, починається з попередньої підготовки: зовнішні поверхні протирають за допомогою щітки або ганчірки уайт-спіритом, а місця, що мають легкі нальоти іржі, — діоксидином.

Таблиця 16.7

Склад і призначення змивачів лакофарбових покриттів

Змивач	Склад		Тип змивальних покриттів	Змивальна дія, хв	Змивач	Склад		Тип змивальних покриттів	Змивальна дія, хв
	Компонент	Масова частка, %				Компонент	Масова частка, %		
СП-7	Метиленхлорид, етиловий спирт, метилцелюлоза, парафін, аміак (25 %), діетиленглицоль, ОП-7, жирні кислоти	75,8 8,4 4,0 0,6 6,2 2,5 1,5 1,0	Меламіноалкідні, епоксидні, глифталеві, олівні, вінілхлоридні, акрилатні, меламіно-формальдегідні	10	СД (СП)	Диоксолан-1,3, бензол, етиловий спирт, ацетон	50,0 30,0 10,0 10,0	Масляні, фенольно-олівні, вінілові	3
СП-6	Метиленхлорид, смола ПСХ-С, диоксолан-1,3, ксилол, оцетна кислота, парафін	70,6 11,3 9,2 5,6 2,2 1,1	Те саме	40	АТФ-1	Диоксолан-1,3, толуол, колоксолін, парафін	47,5 28,8 5,0 20,0	Масляні, вінілові, фенольно-олівні, полівініл-цетальні	20
СПС	Метиленхлорид, тиксотропна паста, етиловий спирт, ОП-7, ОП-10, парафін, рідке мило	69,6 13,2 7,7 5,0 3,7 0,8	Епоксидні, поліуретанові, вінілові, алкідні, олівні	15	Авто-змивач старої фарби	Метиленхлорид, смола ПСХ-ЛС, ксилол нафтовий, парафін, мурашина кислота, фосфорна кислота	68,2 12,0 9,0 1,8 6,0 3,0	Меламіноалкідні, епоксидні, глифталеві, олівні, вінілхлоридні, акрилатні, меламіно-формальдегідні	60

Діоксидин — це розкислювальна рідина, яка складається з ізопропілового спирту (16 %), етилового спирту (12 %), фосфорної кислоти (28 %), емульгатора (0,5 %), нітробензолу (0,1 %) та води (до 100 %).

Більш прогресивним способом попередньої підготовки поверхні кузова перед фарбуванням є струминне промивання водяним розчином «Омега-1», що має мийну, а також розкислювальну дію. «Омега-1» — це суміш саліцилової кислоти і поверхнево-активної речовини синтаполу ДС-10. Робоча концентрація у воді становить 10...15 %.

Кінцеве знежирювання поверхонь проводиться мийними лужними композиціями. Застосування діоксидину при цьому виключається.

● **Фосфатувальні сполуки.** Фосфатування поверхні металу перед фарбуванням дає змогу забезпечити потрібний рівень захисних властивостей лакофарбових покриттів, підвищуючи адгезію покриття до металу та суттєво гальмуючи розвиток підплівкової корозії. Фосфатування здійснюють обробленням поверхні водяними розчинами, що містять фосфорні солі металів і різні домішки, які відіграють роль активізаторів процесу, інгібіторів корозії, загусників і наповнювачів. Після фосфатування на поверхні металу утворюється хімічний зв'язаний шар нерозчинних фосфатів. Для фосфатування застосовують розчини на основі солей цинку (цинкофосфатні), заліза (залізофосфатні), мангану (манганфосфатні), а також їх суміші.

Розчини фосфатування готують із концентратів (КФ-1, КФ-12 і фосфакор) і окремих хімічних речовин.

КФ-1 — це концентрований розчин фосфату цинку, нітрату цинку, фосфатної кислоти.

КФ-12 відрізняється від КФ-1 меншим умістом солей цинку та наявністю солей нікелю, які поліпшують структуру фосфатного покриття.

«Фосфакор» — це готовий до застосування розчин суміші монофосфатів мангану і заліза, нітрату цинку та каталізатора.

Розчини для різних робіт і режими їх застосування наведені в табл. 16.8.

Для стабілізації процесу вводять активатор фосфатування (АФ-1), який складається з сумішей титанатів і фосфатів натрію. Активатор

фосфатування вводять у кількості 4...10 г/л в лужні мийні розчини на останній стадії знежирювання перед фарбуванням поверхні.

Таблиця 16.8

Розчини і режими фосфатування

Тип фосфатного покриття	Склад розчину фосфатування		Режим оброблення		Спосіб оброблення
	Компонент	Концентрація, г/л	Температура, °С	Тривалість, хв	
Цинк-фосфатне	Концентрат КФ-1, їдкий натр, нітрат натрію	22...25 0,4...0,6 0,15	45...50	2	Розпилення
	Концентрат КФ-1, їдкий натр, нітрат натрію	36...40 0,8...1,0 0,15	48...50	5...10	Занурення
	Концентрат КФ-12, їдкий натр, нітрит натрію	20...24 0,4...0,6 0,18	45...50	2...3	Розпилення
	Монофосфат цинку, нітрит натрію, фосфорна кислота	7,5 4,5 1,4	45...50	2	»
Залізо-фосфатне	Монофосфат натрію, молібдат амонію, танін	10 0,1 0,1	60...70	1,5...3	»
Цинк-барій-фосфатне	Монофосфат цинку, нітрат цинку, нітрат барію	8...12 10...20 30...40	75...85	10	Занурення
Манган-залізо-цинкове	Фосфакор	Готовий до використання	18...20	15...20	Занурення, щіткою



**Контрольні запитання
та завдання**

1. Як маркуються лакофарбові матеріали?
2. Як позначаються плівкоутворювачі?
3. Як позначаються лакофарбові матеріали залежно від їх призначення?
4. Як характеризуються і використовуються лаки, ґрунтовки, шпаклівки, фарби?
5. Охарактеризуйте допоміжні матеріали. Як вони класифікуються?

Глава 17

КЛЕЇ ТА ГЕРМЕТИКИ

§ 17.1

Загальні відомості

Широке використання клеїв у машинобудуванні зумовлено тим, що в ряді випадків клеєві з'єднання мають перевагу перед іншими видами з'єднань.

Вибір клею або герметика для різних виробів визначається багатьма умовами. Універсального матеріалу, здатного склеїти або ущільнити будь-яку деталь, немає. Є багато найрізноманітніших за властивостями клеїв і герметиків, з яких потрібно вибрати найпридатніші та вигідніші. Багато клеїв, що випускаються, різні за рекомендацією їх застосування. Як правило, ці матеріали є складними речовинами і мають клеєві та герметизувальні властивості.

Якщо переважають перші, то їх називають клеями, якщо другі — герметиками. Проте значна частина клеїв і герметиків має яскраво виражені клейкі, а також герметизувальні властивості одночасно, тому правильніше було б назвати їх *клеями-герметиками*.

В основу класифікації клеїв можуть бути покладені різні ознаки: сфера застосування, властивості, метод нанесення, кількість компонентів тощо. Клеї класифікують, виходячи із того, до якого класу полімерів (термореактивних або термопластичних) належить основний компонент. Цим здебільшого визначаються призначення та сфера застосування клеїв і герметиків.

Термореактивні з'єднання є основою конструкційних клеїв та вулканізуючих герметиків.

Термопласти, термоеластоласти та з'єднання на основі каучуків застосовуються, як правило, для склеювання неметалевих матеріалів, а також як невулканізуючі герметики.

Із погляду наявної номенклатури клеїв, що виробляються промисловістю, доцільно класифікувати їх за призначенням. Однак це нелегко, тому що майже усі клеї універсальні і використовуються в дуже широкому діапазоні і при такій класифікації не уникнути повторів. Тому в підручнику традиційно прийнято класифікацію клеїв за їхньою основою.

§ 17.2

Клеї та герметики на основі термореактивних полімерів

До цієї групи клеїв належать клеї на основі епоксидних смол, клеї на основі модифікованих фенол-формальдегідних смол, матеріали на основі поліефірних смол тощо.

Найпоширенішими є клеї та композиції на основі епоксидних смол.

• Клеї на основі епоксидних смол.

Ці клеї твердіють як при звичайних, так і при підвищених температурах, утворюючи матеріали з добрими фізико-механічними характеристиками, високою адгезією до металів та багатьох неметалевих матеріалів. Епоксидні клеї мають добру водо-, оливо- і бензиностійкість. Розрізняють епоксидні клеї холодного та гарячого твердіння. Епоксидні композиції холодного твердіння найчастіше використовують під час ремонту автомобілів.

Для ремонту автомобілів використовують клеї і шпаклівки: клеї ЕПО на основі алкілрезорпинової смоли ЭИС-1, дибутилфталату, меленої слюди, аеросилу та поліетиленполіаміну ЭДП на основі діанової смоли ЭД-20, епоксидної шпаклівки та інших матеріалів.

У виробництві автомобілів широко застосовується епоксидний клей гарячого затвердіння УП-5-207.

Він добре склеює поверхні, на яких є олива, використовується для з'єднання внутрішньої і зовнішньої панелей дверей, приклеювання завальцьовувань капота та багажника. Затверділий клей не вимивається мийними розчинами під час підготовки кузова для фарбування. Твердіння клею відбувається у фарбувальних камерах.

Епоксидні клеї застосовують у процесі виготовлення технологічного обладнання та інструмента.

На основі епоксидних смол розроблено *клеї-компаунди*. Ці матеріали твердіють при температурі 20 °С і мають різну в'язкість. Прикладом такого клею-компаунда є УП-5-142-1. У затверділому стані цей клей має підвищену стійкість до стирання, через що його використовують у процесі виготовлення пристроїв для глибокої витяжки металу, невеликих фрезерних шаблонів, форм для ударного загинання кромки.

Клей УП-5-207, плівкові клеї ВК-31, ВК-36 застосовують для склеювання твердоплавних пластин із корпусами різальних інструментів замість паяння. У виробництві освоєно низку клеєзбірних інструментів, таких як зенкери, мітчики, протяжки та черв'ячні фрези.

● **Клеї на основі модифікованих фенолоформальдегідних смол.** Різні композиції, що є сукупністю фенолоформальдегідних смол і полівінілового спирту, широко використовують при виготовленні клеїв, які відзначаються високоміцними характеристиками, доброю водо-, оливо-, бензостійкістю.

Фенолополівінілацетатні клеї застосовуються для склеювання металів і пластмас. Нині в автопромисловості їх заміняють клеї, що не мають розчинників, тобто епоксидні й поліуретанові. Проте клеї на основі розчинів фенолоформальдегідних смол ще широко використовуються для гальмівних накладок тощо. На основі фенолоформальдегідних смол виготовляють також герметики для промазування рознімних корпусних деталей.

Поліуретанові клеї мають добру адгезію до більшості матеріалів і застосовуються для їх склеювання як при кімнатній температурі, так і при нагріванні. Для виготовлення цих клеїв використовують гідроксил, який має полієфіри та поліізоціанати.

За допомогою поліуретанових клеїв склеюють матеріали з металу і неметалу. Затверділі композиції характеризуються такими властивостями: стійкістю до нафтопродуктів; вібро- та удароміцністю; стійкістю до різких перепадів температур; залежністю швидкості твердіння від каталізаторів. Маючи низку позитивних властивостей, вони все ж таки обмежено застосовуються в машинобудуванні через незручне нанесення двокомпонентного клею. Проте з розробкою досконалішого дозувального обладнання використання їх зростає. Режим склеювання і властивості поліуретанових клеїв є перспективними для застосування їх у виробництві і ремонті автомобілів.

● **Матеріали на основі поліефірних смол.** Поліефірні смоли в основному використовуються при виготовленні великогабаритних виробів із склопластиків контактним способом.

Смола ПН-301 застосовується для вакуумного просочення виливок з метою уникнення мікропористості.

Поліефірна шпаклівка ПЭ-0089 використовується для виправлення вм'ятин та нерівностей кузова. Шпаклівку змішують з затверджувальним пастоподібним бензоїлпероксидом у пропорції 100:2 (через 5...10 хв він затвердіє, а через 30...50 хв місце, що оброблюється, можна шліфувати).

§ 17.3

Клеї та герметики на основі полімерів і співполімерів полівінілхлориду

Полівінілхлорид (ПВХ) погано розчиняється в органічних розчинниках і тому застосовується у вигляді дисперсії пастотвірного полівінілхлориду у пластифікаторах — пластизолях. Крім полівінілхлориду та пластифікатора до рецептури пластизолів входять стабілізатори, наповнювачі, пігменти, адгезійні домішки тощо.

Під час ремонту пластмас та інших матеріалів застосовуються клеї на основі хлорованого полівінілхлориду. Цей матеріал легко розчиняється в органічних розчинниках, має добру адгезію до інших матеріалів. Такі клеї використовуються під час ремонту автомобілів.

§ 17.4

Клеї та герметики на основі похідних акрилової кислоти

Найчастіше як компоненти клеєвих композицій на основі акрилових похідних застосовуються полімери ефірів акрилової та метакрилової кислот, а також ефіри α -ціанакрилової кислоти.

Останнім часом у машинобудуванні широко застосовуються *клеї і герметики анаеробного твердіння*. Це рідини різної в'язкості, здатні тривалий час зберігатися в полімерній тарі, стінки якої пропускають повітря та швидко полімеризуються при температурі навколишнього середовища, потраплянні у зазор різьбового, циліндричного або плоского рознімного з'єднання. Затверділі клеї мають добру вібро-, водо-, оливо- і бензостійкість.

Анаеробні клеї та герметики ефективно штопорять проти відкриття, а також добре герметизують різні різьбові з'єднання двигунів, коробки передач й інших агрегатів машин. Застосування анаеробних речовин для цих цілей зростає. Менш відомим є використання анаеробних матеріалів для фіксації інших з'єднань. У такому випадку потрібно замінити перехідну посадку на посадку з зазором. Анаеробні герметики можуть застосовуватися для ущільнення фланцевих рознімних з'єднань корпусних деталей, які мають наскрізну пористість.

Високу клеєву здатність мають *клеї на основі мономірних ефірів ціанакрилової кислоти*. Ними можна склеювати метали, скло, дерево, гуму, пластмасу та інші неметалеві матеріали. Ці клеї вигідно відрізняються від відомих клеїв холодного твердіння: вони однокомпонентні, не мають розчинників і затверджувача, не потребують застосування тиску, твердіють за короткий проміжок часу завдяки слідам вологи, яка завжди присутня на поверхні деталей та в навколишньому середовищі.

Клеї зберігаються в герметично закритих поліетиленових флаконах у сухому місці при температурі не вище як 5 °С. Час застигання клеїв і міцність клеєвого шва залежить від марки клею, температури та вологості навколишнього середовища, зазору, чистоти поверхні, часу відкритої витримки та інших чинників. Найкращі результати досягаються при склеюванні матеріалів з мінімальним зазором (не більше як 0,1 мм) при температурі 20...25 °С і відносній вологості повітря 60...65 %. При великому зазорі або при низькій вологості для прискорення полімеризації рекомендується використання активаторів.

§ 17.5 Клеї та герметики на основі каучуків

У виробництві автомобілів для наклеювання оздоблюваних та інших матеріалів інтер'єру, шумовбирних панелей, приклеювання гумових ущільнювачів до металів та інших матеріалів широко використовують гумові клеї. В основному це поліхлоропренові клеї та клеї на основі натурального каучуку.

Клеї на основі поліхлоропренового каучуку — найвідоміші. Це зумовлено їх високою адгезією до багатьох матеріалів. Слід зазначити, що поліхлоропреновими клеями надійно склеювати можна тільки гуми із вмістом пластифікаторів не більше як 15 %.

Водночас у виробництві застосовується незначна кількість *клеїв на основі натуральних каучуків*. Ці клеї мають бензо-, оливо- і термостійкість, але все активніше замінюються більш прогресивними матеріалами.

Досить перспективними для використання в машинобудівній промисловості є *вулканізуючі герметики на основі полісилоксанів* (рідкі прокладки). Ці матеріали можуть замінити в автомобілі всі тверді прокладки для нерухомих з'єднань, крім прокладки під голівку блока.

У вулканізованому стані герметики мають підвищену морозо- та термостійкість, добрі вібровбірні властивості, відзначаються корозійною, а також оливостійкістю. Стійкість в інтервалі температур $-60...250\text{ }^{\circ}\text{C}$ дає змогу відновлювати таким матеріалом герметизувальну здатність прокладок головок блоку циліндрів двигунів при їх місцевих пошкодженнях.

Невисихаючі герметики на основі поліізобутилену як у момент нанесення, так і в процесі експлуатації зберігають властивості мастила. Ці герметики довговічні в експлуатації, здатні ущільнювати стики будь-якої конфігурації, можуть експлуатуватися відразу після нанесення.

Клеї та герметики на основі бітуму мають вібро- і шумовбирні властивості. Це найдешевші з усіх клеїв та герметиків. У сучасних моделях автомобілів застосування клеїв та герметиків на основі бітумів витісняються пластизолями та поліуретанами.

§ 17.6

Клеї та герметики, що застосовуються у виробництві автомобілів та інших машин

До клеїв та герметиків, що застосовуються у машинобудуванні, ставляться такі вимоги: зберігання міцнісних характеристик у широкому інтервалі температур та експлуатаційних якостей в ході всього терміну служби автомобіля; стійкість до дії вологи, солей, бензину й інших реагентів; стійкість до ударних навантажень та вібрації.

Клеї та герметики, що застосовуються при виготовленні кузова та деталей інтер'єру, мають бути стійкими до дії сонячних та ультрафіолетових променів, сумісними з гумами, фарбами, пластмасами та іншими матеріалами.

Розглянемо деякі найхарактерніші види клеїв та герметиків, які найповніше відповідають ідеї автоматизованого складання сучасних автомобілів.

У виробництві двигунів й інших вузлів та агрегатів в останні роки широко стали застосовувати анаеробні клеї та герметики. Ці матеріали служать для стопоріння й герметизації різьб, фіксації циліндричних з'єднань замість пресової посадки та шпонкових з'єднань, герметизації жорстких фланців, мікропористості лиття.

Анаеробні герметики застосовують:

для фіксації шпильок блока двигуна;
герметизації болтів кришки редуктора заднього моста;
фіксації й герметизації різьбових та ковпачкових заглушок;
стопоріння напрямних клапанів та колісних гайок і багатьох інших з'єднань.

Анаеробні герметики за стопорним ефектом набагато перевищують більшість застосованих у машинобудівній промисловості стопорних пристроїв, таких як пружинні шайби, гайки з нейлоною вставкою тощо. За своєю дією вони рівні подвійним гайкам з натягом. При з'єднанні циліндричних деталей за їх допомогою посадку з натягом замінюють на посадку з зазором: при цьому міцність з'єднання зберігається. При ущільненні фланців, застосовуючи анаеробні герметики, досягають того самого ефекту, що й при ретельному шліфуванні поверхонь.

Силіконові герметики — це рідкі прокладки, які використовують для герметизації штампованих фланцевих з'єднань типу «піддон—блок картера». Вони формуються на місці стику, й тому таке ущільнення надійно герметизує фланцеве з'єднання від втрати оливи.

Клеї пластизольного типу застосовують для кріплення підсилювачів панелей капота та кришки багажника. Їх наносять у вигляді великих краплин, а висушують у печах сушіння пофарбованих покриттів. Желатинізація пластизоль відбувається в печах сушіння лакофарбових покриттів. На основі пластизоль виготовляють мастики для захисту днища від пошкоджень камінням, щебенем та піском, а також герметики для ущільнення зварювальних швів.

Типовим прикладом використання високоміцних конструкційних клеїв є склеювання металевих панелей з послідовною відбортовкою. Такого роду з'єднання застосовуються при складанні автомобілів ВАЗ-2105, ВАЗ-2107, АЗЛК-2141 та інших для з'єднання зовнішньої панелі дверей і зафланцювання капота. У цих з'єднаннях раніше використовувалось зварювання, сліди зварювальних електродів доводилось старанно зачищати. При використанні клеїв цього робити не треба. Одночасно досягається надійний захист з'єднання від корозії.

Акрилатний клей застосовується для приклеювання дзеркала заднього виду до лобового скла. Клей твердіє під дією ультрафіолетового світла за 30...40 с. Таке з'єднання є в автомобілях ВАЗ-2108, ВАЗ-2109 і наступних моделях цього автомобіля. Останнім часом з'явилися клеї, які твердіють і без ультрафіолетового світла.

Широко використовують клеї замість гвинтів (наприклад, для приклеювання розсіювачів до корпусів задніх ліхтарів), клеї для декоративного оздоблення інтер'єру тощо.

Великого поширення дістали *самоклеїні молдинги*. Для них застосовуються клеї на основі акрилових каучуків. Молдинги з липким шаром не потребують для кріплення отворів у кузові.

Нині розробляються технології вклеювання вітрових вікон у прорізі кузова без гумового ущільнювача. Пряме скління автомобіля підвищує щільність та герметичність кузова, розширює можливості дизайну, здешевлює виробництво завдяки введенню ширших монтажних припусків та відмові від ущільнювача.

Значно зростає застосування *анаеробних та силіконових герметиків*. Клеї на розчинниках для приклеювання оздоблення заміня-

ються клеями на водяній основі та клеями без розчинників, наприклад поліуретановими. Збільшується використання клеєзварювальних з'єднань, що поєднують переваги як клеєвих, так і зварювальних з'єднань, а недоліки їх взаємно компенсуються. Очікується збільшення використання поліуретанових клеїв та герметиків. Очевидно, ці матеріали в майбутньому витіснять пластизолі для захисту днища.

Таким чином, у майбутньому вживання клеїв та герметиків буде збільшуватися. Порівняно висока вартість їх компенсується спрощенням технології та раціоналізацією конструкції, що особливо важливо для потокового виробництва автомобілів та їх ремонту.

§ 17.7

Клеї та герметики, що застосовуються під час ремонту автомобілів

Клеї та герметики нині обмежено використовують у технічному обслуговуванні та при ремонті автомобілів своїми силами. Це пояснюється в основному нестачею інформації про властивості клеїв, і з іншого боку — обмеженістю номенклатури клеїв, які є у продажу. Тому під час ремонту кузовних деталей, наприклад, широко застосовуються зварювання та оплавлення оловом. При ремонті зношених посадкових місць та зірваних різьб використовують ремонтні втулки із запресуванням їх.

Ці способи ремонту потребують спеціального обладнання, тому мають виконуватися висококваліфікованими спеціалістами. Крім того, зварювальні шви є потенційними осередками корозії. Відремонтована за допомогою зварювання деталей служить набагато менше, ніж виготовлена на заводі. При запресуванні ремонтних втулок та підшипників виникають великі напруження, що призводять до зменшення міцності від утомленості. При цьому важко забезпечити співвісність з'єднаних деталей.

Перелічені недоліки ремонтної технології та багато інших проблем можуть бути усунені за допомогою клеїв та герметиків.

Одним з найвідоміших технологічних процесів з використанням клеїв є *наклеювання гальмівних накладок*. У ході експлуатації гальмівні колодки виходять з ладу в основному через зношення, фрик-

ційних накладок, вигоряння та розтріскування. Для зняття старих гальмівних накладок їх відпалюють у термопечі при температурі 350 °С протягом 3...6 год. Після охолодження накладку збивають ударами молотка, намагаючись не залишити на поверхні колодки забоїн та зазублин. Колодку зачищають до металевого блиску (сліди окалини та корозії не допускаються). Поверхню колодки знежирюють ацетоном та сушать протягом 10 хв. Нові фрикційні накладки зашкурюють, але не знежирюють. На сполучні поверхні колодки та гальмівної накладки наносять шар клею ВС-10Т, після чого деталі витримують протягом 15...20 хв. У шарі клею не повинно бути бульбашок повітря. Потрапляння забруднень у клейовий шар не допускається. Другий шар наносять так само, як і перший. Підготовлені колодки з накладками встановлюють у пристрій, що забезпечує притиснення поверхонь з питомим тиском 0,2...0,5 МПа. Зміщення накладок відносно колодок допускається не більше як на 0,5 мм. Затиснуті у пристрої колодки з накладками витримують у термошафі при температурі 180 °С протягом 1...2 год. Потьоки та напливи клею необхідно усунути. Гальмівні колодки з приклеєними накладками є вузлом, що відповідає за безпеку руху, тому склеювання цих деталей має відбуватися в умовах майстерень з обов'язковим контролем склеєних деталей на зсув. Деталі мають витримувати зусилля 17 МПа.

До найпоширеніших дефектів корпусних деталей належать тріщини й пробіїни. Ці дефекти ліквідують за допомогою епоксидних смол.

Тріщини ремонтують таким чином: визначають менші тріщини, кернять на кінцях тріщини центри отворів і просвердлюють отвори. Знімають уздовж всієї довжини тріщини фаску під кутом 60...70 ° на глибину до половини товщини стінки. Деталі знежирюють, наносять епоксидний клей, ущільнюють його шпателем, накладають латку із склотканини на тріщину так, щоб вона перекривала тріщину на 20 мм з обох боків, та пригладжують її роликом або шпателем. Накладка не повинна відставати від поверхні деталі. На накладку наносять тонкий шар епоксидного клею. При довжині тріщини 100...200 мм треба накладати дві накладки, причому друга має перекривати першу на 10...15 мм з обох боків, на другу накладку теж треба нанести шар епоксидного клею. Блоки циліндрів з тріщинами більше як 200 мм після заклеювання епоксидними смолами мають бути підсилені металевою накладкою, зафіксованою болтами або

зварюванням. При іншому способі зашпарування тріщин їх проварюють короткими стібками по 5...10 мм через 50...80 мм і потім заповнюють епоксидним клеєм, який твердіє протягом двох діб.

Пробойни на корпусних деталях ремонтують так: притуплюють гострі кромки пробойни; виготовляють накладку з листової сталі або склотканини з перекриттям на 40...50 мм; зачищають накладку та поверхню деталі до металевго блиску; знежирюють деталі до і після зачищення. Потім наносять епоксидний клей, а металеву накладку фіксують болтами або зварюванням.

Сліди рихтування та зварювальні шви заклеюють епоксидною або поліефірною шпаклівкою ПЭ-0089 чи Хемпропол-П. Якість опорядження та шліфування краще при обробленні поліефірною шпаклівкою, ніж епоксидною. Підготовка поверхні така сама, що й при ремонті тріщин. Досить поширеним дефектом корпусних деталей є зношення або пошкодження різьбових отворів під шпильки та болти. Ремонтуючи різьби під шпильки, внутрішню поверхню різьб при зазорі до 0,3 мм зачищають до металевго блиску, зчищають сліди фарби та корозії, знежирюють і наносять епоксидну композицію № 1 або № 2. Шпильку з'єднують з алюмінієвим корпусом за допомогою композиції № 3. Для ремонту зношених або пошкоджених різьб під болти використовують вкрутні. Діаметр отвору під вкрутні визначають за спеціальними таблицями.

Аналогічним чином установлюють послаблення посадок для сполучення деталей типу корпус — підшипник, вал — підшипник тощо. При зазорі 0,1 мм виготовляють ремонтну втулку з ковзною посадкою. Шорсткість обробленої поверхні має відповідати четвертому класу чистоти. Крім епоксидних клеїв, для встановлення різьб і посадок можуть бути застосовані поліефірні композиції та герметики анаеробного твердіння.

Анаеробні герметики «Унігерм» і «Анатерм 8К» є високоефективними засобами проти послаблення та самовідкручування різьбових з'єднань під дією вібрації, а також ударних навантажень.

Технологія застосування анаеробних герметиків така: деталі знежирюють і висушують. Герметик наносять із флакона на два-три витки різьби та складають вузол. Деталі витримують до повної полімеризації герметика близько 6 годин.

У разі проколу або прорізу камери її ремонтують холодним чи гарячим способом. Найкраще використовувати самовулканізуючий гумовий клей з аптечки типу РПД.

Більш ефективним є ремонт камери гарячим способом із застосуванням вулканізаційних брикетів.

Ефективно відремонтувати прогорілий глушник допоможе епоксиднокаучукова фарба для зовнішніх робіт ЕПК-11. Глушник служитиме довго, якщо його обгорнути склотканиною, просоченою фарбою ЕПК-11. Також можна відремонтувати бензобак із дірками чи канистру для бензину. Покриття з фарби ЕПК-11 бензостійке. Фарба захистить від корозії сталеві кузови автомобілів, може бути випористана для фарбування гаражів, огорож.

Великий інтерес для ремонтного виробництва становлять *матеріали на основі кремнійорганічних каучуків* (або рідкі прокладки), такі як КЛТ-75Т, «Еластосил-137-83», ВАТТ-3 та інші. Вони замінюють картонні, пробкові, паронітові, гумові та інші прокладки, відновлюють герметизувальну здатність прокладок головок блоків циліндрів двигунів й усувають такі дефекти: місцеве деформування прокладки; порушення покриття (оголення каркаса прокладки); корозію зон водяних каналів. Рідка прокладка також відновлює пошкодження звичайної прокладки, герметизує різьбові та шлангові з'єднання, може застосовуватися для відновлення ізоляції електроприводів, склеювання скла фар та інших робіт. Прикладом використання рідкої прокладки замість твердої можуть служити такі різні з'єднання: піддон картера—блок двигуна; бензонасос—блок двигуна; клапанна коробка—блок двигуна; картер маховика—блок двигуна; прокладка редуктора заднього моста, прокладка ковпака оливного фільтра, головки блока тощо. Спеціально для ремонтних робіт випускається автогерметик-прокладка.

Технологія нанесення рідкої прокладки така: фланци очищають від іржі та бруду, протирають ганчіркою (знежирювати їх не обов'язково). Наносять потрібний шар герметика по замкненому контуру деталі, витримують на повітрі 5...10 хв, потім різні з'єднання закривають і витримують 60 хв, після чого герметизоване з'єднання може працювати.

Для герметизації скління кузова випускається формований герметик «Герлен АГ». Він запобігає потраплянню води та пилу через гумові ущільнювачі віконних прорізів кузова, герметизує різні нещільності на внутрішніх поверхнях кузова, а також використовується в побуті. Спосіб використання ущільнювача надзвичайно простий: потрібну кількість його щільно притискають до заздалегідь очищеної та знежиреної поверхні. При герметизації скла рекомендується

герметик сформувати у вигляді джгута товщиною 3...4 мм, який поступово закладають під гумовий ущільнювач, що гніє. Щоб уникнути налипання герметика, інструмент та пальці слід змочувати водою.

Мінерально-полімерна композиція, «АЛМАЗ» (холодне зварювання) призначена для стійкого герметичного з'єднання металів з чорних і кольорових металів, скла, пластмас. Вона також усуває протікання фітінгових з'єднань в трубах, картерах тощо.

Спосіб використання цієї композиції такий: деталі очищають від бруду. Необхідну кількість речовин розминають руками, змоченими у воді, до одержання однорідної маси, яку потім наносять на поверхню деталей й притискають на 20—30 хв.



**Контрольні запитання
та завдання**

1. Перелічіть основні переваги склеювання деталей перед іншими видами їх з'єднання.
2. Назвіть основні види полімерів, що застосовуються у виробництві клеїв, та їхні особливості.
3. Які основні клеї і полімери на основі термореактивних з'єднань і сфера їх застосування?
4. Охарактеризуйте використання клеїв і герметиків на основі термопластичних полімерів.
5. Які є клеї та герметики на основі похідних акрилових кислоти і яка сфера їх застосування?
6. Охарактеризуйте сферу використання клеїв та герметиків на основі каучуків.
7. Які є типи клеїв, що застосовуються у виробництві й ремонті автомобілів та яка сфера їх використання?
8. Які є клеї та герметики, що застосовуються під час ремонту машин та сфера їх використання?

Глава 18

ХІМІЧНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ДОГЛЯДУ ЗА МАШИНАМИ

§ 18.1

Загальні відомості

До факторів руйнування покриття належать діяння тепла, світла, повітря, вологи та інших хімічних реагентів. В атмосферних умовах на покриття діють багато факторів: волога, сонячні промені, кисень повітря, перемінні температури тощо. Покриття також руйнуються від вібрації, ударів та інших механічних пошкоджень. Встановлено, що в атмосферних умовах лакофарбові покриття руйнуються в 50 разів швидше, ніж у приміщенні.

Як відомо, більшість операцій з ремонту транспортних засобів і догляду за ними використовуються на станціях технічного обслуговування, причому обсяги й асортимент поданих цих послуг неперервно зростають. Однак більшість водіїв самостійно здійснюють чимало операцій догляду за автомобілем і його ремонтом. На допомогу їм промисловістю випускається широкий асортимент хімічних речовин для виконання ремонту та догляду за автомобілем, використання яких підвищує безпеку руху, продовжує термін служби автомобіля, підтримує хороший зовнішній вигляд і надійність роботи його агрегатів та вузлів, полегшує, здешевлює й скорочує час на його обслуговування.

Хімічні засоби догляду за автомобілями донедавна часто називали засобами автокосметики. Останнім часом група засобів догляду за автомобілями поповнилася багатьма препаратами: захисними, антикорозійними, експлуатаційними, герметизувальними, призначення яких значно ширше, ніж косметичного догляду за автомобілем. У зв'язку з цим назва «хімічні засоби для догляду за автомобілем» найточніше відображає особливості та сферу застосування препаратів цієї групи.

§ 18.2 Класифікація препаратів

Хімічні препарати для догляду за автомобілем (автопрепарати) взаємопов'язані з іншими видами препаратів побутової хімії не тільки компонентами, що входять в їхній склад, упаковкою, споживацькими можливостями, але іноді і споріднених галузях використання. Так, автоочисник скла призначений не лише для очищення від забруднення скла автомобіля за допомогою обмивача або вручну, а й для очищення скла у побуті.

У той же час деякі препарати побутової хімії можуть використовуватися при деяких ремонтних роботах і для догляду за автомобілем (наприклад, клей «Момент-1», який може бути використаний для ремонту обшивки салону автомобіля). Проте заміна цільових автопрепаратів препаратами побутового призначення недопустима. Наприклад, рецептура препарату «Автоочисник-1 обшивки», призначеного для очищення обшивки та пластмасових деталей автомобілів, розроблена з врахуванням забезпечення антикорозійного ефекту для металевих деталей, а препарати господарського призначення для миття пластмасових поверхонь (наприклад, препарат «Вільва» для миття посуду й пластмасових поверхонь) такі властивості мають не завжди.

За агрегатним станом хімічні засоби для догляду за автомобілями поділяють на рідкі, пастоподібні та тверді.

До *рідких* засобів належать суспензії (суміші рідини й нерозчинних твердих речовин) і емульсії (суміші взаємонерозчинних рідин, що розшаровуються при зберіганні), які перед уживанням необхідно збовтати.

Тверді препарати випускають порошкоподібними, гранульованими (діаметр частинок не більше як 0,2 мм), у вигляді таблеток (діаметр 6...20 мм) та у вигляді блоків (діаметр частинок більше 20 мм). Порошки при зберіганні часто злежуються, а при використанні пилять, роздратовуючи верхні дихальні шляхи. Цих недоліків позбавлені гранульовані препарати. Проміжне положення між рідкими і порошкоподібними засобами займають *пастоподібні*, а також *помадоподібні* засоби.

За концентрацією активних речовин автопрепарати поділяються на готові до вживання та концентрати. Останні перед уживан-

ням розбавляють водою або іншим розчинником (наприклад, усі автотампуні — це концентрати, що розводяться перед уживанням водою). Концентрати зручніші у зберіганні, в дорозі завдяки компактності. Розрізняють препарати одно- і багаторазового використання.

Автомпрепарати випускаються в упаковках масою від декількох грамів до 5 кг. Найчастіше їх упаковують в картонні коробки, полімерні (поліетилен, полівінілхлорид тощо), скляні та жерстяні банки. Одним із найскладніших, але ефективних функціональних застосувань є аерозольні упаковки — балони. Розрізняють алюмінієві, жерстяні, скляні, а також пластмасові балони.

За призначенням хімічні засоби для догляду за автомобілем поділяються на такі види: мийні, чистильні, полірувальні, захисні, герметизувальні, експлуатаційні, допоміжні. Передбачається замінити низку існуючих, що відповідають сучасному рівню, автопрепаратів (бітумні мастики, деякі види автополіролей, шліфувальні й полірувальні пасты тощо) на ефективний препарат, а також створити нові препарати, які збільшують ресурс роботи високонавантажених деталей двигуна й інших вузлів автомобіля та зменшують витрату палива (наприклад, засоби для подовження терміну використання акумуляторів «імпульс», для подовження терміну використання антифризу «Отера», присадки до моторних олів «Екомін», ремонту вихлопної системи «Тавил» та ін.). У зв'язку з відсутністю у вітчизняному асортименті таких препаратів, як дезодоранти для салону автомобіля, протитуманних засобів для фар, засобів для швидкого ремонту шин, сонцезахисних препаратів для лобового скла промисловістю ставиться завдання їх розробки і впровадження.

§ 18.3 Мийні засоби

Забруднення за трудністю вилучення їх з поверхні автомобіля можна умовно поділити на три види: *легкозв'язані* (пісок з глинистими домішками), *середньозв'язані* (пісок із глинистими домішками, а також із домішками органічних й олівних та металевих речовин) і *міцнозв'язані* (частинки асфальту, смолисті забруднення).

Легкозв'язані забруднення змивають водою, а інші видаляють за допомогою мийних засобів. Для миття кузова не рекомендується використовувати *звичайні синтетичні мийні засоби, а також мило*.

Для миття лакофарбових поверхонь обшивки і пластмасових деталей автомобіля використовують *автошампуні*, до складу яких входять поверхневоактивні речовини, спирти, карбоксиметилцелюлоза, триполіфосфат натрію, капролактам, рідке натрієве скло, поліакриламід.

Автошампуні виробляються у вигляді рідких, пасто- та порошкоподібних препаратів. Рецептури автошампунів підбирають таким чином, щоб вони не виявляли корозійної дії. Є автошампуні, застосування яких сприяє антикорозійному захисту поверхонь.

Рідкими автошампунями (наприклад, автошампунем з висушувальним ефектом) миють лакофарбові покриття, а також обшивку автомобілів. Для цього 50 г шампуню розводять у 10 л води, і за допомогою губки або м'якої щітки миють поверхню, потім обмивають її водою. Шампунь можна використовувати у мийних установках. Витрати 50 г на автомобіль.

Для цих самих цілей служить концентрований автошампунь (у своєму складі він містить до 35 % поверхневоактивних речовин в перерахунку на 100 %), який перед ручним миттям розбавляють водою у пропорції 1:200, а потім миють поверхню як звичайним шампунем.

Механічне миття проводять згідно з інструкцією для мийного обладнання, розводять шампунь у пропорції 1:1000. Витрата препарату при ручному митті становить 3...5 г/м², при *автоматичному* — 35...50 г на автомобіль.

Автошампунями з антикорозійним ефектом миють вручну або на мийних пристроях лакофарбові покриття автомобіля так, як і концентрованими. До цих шампунів входять антикорозійні домішки, що усувають корозійну дію води на метал. Ці шампуні рекомендують застосовувати для миття пошкодженого лакофарбового покриття.

Для миття й короткочасної консервації лакофарбових покриттів автомобілів ефективними є порошкоподібні засоби типу «Лак Клин». 40 г цього порошку (2 ковпачка мірника) розводять у 10 л води. Кузов автомобіля обмивають водою, потім змочують приготовленим розчином і рівномірно змивають забруднення, починаючи з верхньої частини автомобіля. При цьому вся поверхня кузова має бути весь час вологою. Після миття кузов обмивають несильним струменем води, щоб не зруйнувати захисну плівку.

Високу ефективність мають автопрепарати типу автомобільної речовини для миття порогів, призначеної для промивання закритих порожнин та днища кузова перед антикорозійним обробленням (наприклад, перед обробленням автоконсервантом порогів «Мовиль»).

Для миття сильнозабруднених рук використовують спеціальні засоби (наприклад, «Паста мийна для рук»), за допомогою яких видаляють сажу, іржу та інші нерозчинні у воді забруднення. Пасту видавлюють на вологі руки, розтирають та змивають водою.

§ 18.4 Очищувальні засоби

Очищувальні засоби призначені для очищення різних частин і агрегатів машин від забруднень: іржі, нагару та інших забруднень, що не видаляються за допомогою автошампунів. Ці препарати застосовуються як у період експлуатації, так і під час ремонту автомобіля. Вони поділяються на засоби для чищення лакофарбових і металевих поверхонь, очищувальні засоби для двигуна й автоочисники скла.

Для видалення бітумних, жирових і масляних плям із лакофарбових поверхонь автомобіля, а також із робочого одягу ефективними є рідкі препарати типу автоочисника бітумних плям, до складу яких входять високоактивні розчинники (трихлоретилен, гас тощо). Для видалення бітумних плям очисником зволожують тампон із вати або тканини й протирають ним забруднені місця, не допускаючи підтікань. Товстий шар бітуму спочатку пом'якшують добре змоченим тампоном.

Після оброблення поверхню витирають сухою м'якою тканиною. Плями з робочого одягу видаляють також за допомогою тампона. Перед видаленням плям із тканини її треба спочатку перевірити на стійкість до препарату.

Автоочисник бітумних плям випускається й в аерозольній упаковці. Аерозоль розпилюють на поверхню, а через 1 хв плями видаляють тампоном. Після оброблення поверхню протирають сухою м'якою тканиною.

Для видалення іржі хімічним способом із металевих поверхонь перед нанесенням на них бітумних антикорів для днища або перед

фарбуванням використовують пастоподібні очисники іржі типу «Омега-1». До їх складу входять карбоксилметилцелюлоза, ортофосфорна кислота, аеросил, інгібітор. За їх допомогою видаляють іржу з горизонтальних, вертикальних і стельових металевих поверхонь. Поверхню металу очищають від шарової пухкої іржі. Добре розмішаний очисник наносять шпателем або щіточкою шаром завтовшки 1...3 мм на іржаву поверхню й витримують протягом 5...30 хв (залежно від товщини шару іржі). Потім видаляють очисник сухою тканиною або щіткою та протирають поверхню насухо. Витрата очисника становить 1 кг/м².

Для видалення бруду, олив та інших нерозчинних у воді забруднень із поверхні двигуна та агрегатів автомобілів ефективними є рідкі автопрепарати типу автоочисника двигуна, що випускаються як у звичайній, так і в аерозольній упаковках. Автоочисник двигуна у своєму складі має бутиловий спирт, поверхневоактивні речовини, уайт-спірит та ін. Перед уживанням очисник збовтують, наносять на забруднену поверхню розпилювачем або щіткою від'єднавши спочатку акумуляторну батарею. Через 10...15 хв поверхню промивають водою до повного видалення емульсії, що утворилася. Витрати становлять 500...700 см³ на одну очистку двигуна.

Автоочисник двигуна в аерозольній упаковці дуже зручний для оброблення важкодоступних місць у двигунах повітряного охолодження. Перед розпиленням очисника акумуляторну батарею від'єднують. Через 1...2 хв після розпилення поверхню промивають водою до повного видалення емульсії, що утворилася. Витрати становлять 100...150 г на очищення двигуна. Не дозволяється очищати двигун за допомогою бензину.

Для очищення вітрового, бокового та заднього скла кузова автомобіля при помірних і низьких температурах (до -27 °C) застосовуються рідкі автопрепарати типу «Автоочисник-2 скла», що має в своєму складі спирти, поверхневоактивні речовини тощо.

Скло автомобіля не рекомендується мити очисником для віконного скла. Вітрове скло чистять вручну або за допомогою обмивача. Очисник розбавляють водою у пропорції 1:5. За низьких температур (нижче -5 °C) потрібно заповнити бачок омивача нерозбавленим очисником. Для очищення скла застосовуються автопрепарати типу «Автоочисники скла» в аерозольній упаковці.

Для видалення забруднень з лакофарбових покриттів і декоративних деталей автомобілів без використання води (що особливо зруч-

но взимку) застосовують швидкодійний засіб з силіконом. При його застосуванні на очищеній поверхні утворюється захисна плівка, що захищає лакофарбові та гальванічні покриття від шкідливих атмосферних впливів. Засіб наносять на забруднену поверхню за допомогою губки. Через 3...5 хв забруднення видаляють щіткою, очищену поверхню розполіровують сухою м'якою тканиною. Витрати засобу становлять 35 г/м². Для очищення лакофарбового покриття недопустимо користуватися бензином.

Автоочисники накипу (наприклад «Автоочисник-1») — це рідкі або порошкоподібні засоби для зняття накипу із системи охолодження машин. Рідкі засоби в своєму складі мають оцтову кислоту, динатрієву сіль, етилендіамінтетраоцтову кислоту, боксиметилцеллозу, поверхневоактивні речовини тощо. Засіб розбавляють водою у пропорції 1:7 і одержаний розчин заливають у систему охолодження. Пускають у хід двигун на 1...3 год (залежно від кількості накипу), потім автоочисник зливають і три рази промивають систему розчином кальцинованої соди (склянку соди на 8 л води) та гарячою або холодною водою. Витрати становлять 1 л автоочисника на 8 л води.

Для зняття нагару з головок циліндрів поршнів клапанів випускних трубопроводів і свічок запалювання двигунів використовують автопрепарат типу автоочисник нагару, який складається з розчинників (гас, ксилол тощо) і моторної оливи. Роботу виконують при прогрітому двигуні згідно з указаним на етикетці способом використання.

Для видалення льоду та інею зі скла автомобіля, запобігання його обледенінню, розморожуванню замків ефективним є авторозморожувач в аерозольній упаковці, до складу якого входять етиленгліколь, гліцерин та ін. Спочатку щіткою або тканиною видаляють шар снігу чи пухкого льоду, потім розпилюють засіб на заledenілу поверхню. Відтале скло насухо протирають м'якою тканиною. Для запобігання обледенінню розморожувач наносять на скло тонким рівномірним шаром. Витрати його становлять 30...40 г/м³.

Очищення від забруднень і знежирювання фрикційних накладок, а також металевих деталей гальм і зчеплення може виконуватись аерозольними засобами типу «Стоп». Балон струшують, розпилюючи аерозоль на відстані 6...8 см на оброблювальну деталь при температурі балона не нижче 15 °С. Товстий шар забруднення видаляють механічним способом.

§ 18.5 **Полірувальні засоби**

Полірувальні засоби використовують для підтримки й відновлення блиску лакофарбового покриття з метою подовження терміну його служби.

Нові лакофарбові покриття (для автомобілів першого року експлуатації) містять монтан-воски, церезин, смоли, олеїнову кислоту, тританолемін, моноетаноламін, уайт-спірит тощо. Ці компоненти видаляють з лакофарбових поверхонь стійкі забруднення, заповнюють мікропори й мікротріщини покриття, утворюють суцільну плівку, що оберігає покриття від шкідливих впливів зовнішнього середовища. Автополіролі для нових покриттів випускають, в основному, в аерозольній упаковці, наприклад «Автополіроль-2». Аерозольний балон струшують, після чого розпилюють поліроль на невелику ділянку заздалегідь вимитої та сухої поверхні. Потім круговими рухами поверхню розполіровують за допомогою м'якої тканини. При постійній експлуатації і зберіганні автомобіля без гаража його кузов обробляють цим автополіролем після перших двох місяців експлуатації, а потім двічі на місяць. Витрати автополіроля становлять 220 г на автомобіль.

Для обвітрених лакофарбових покриттів (для автомобілів, що експлуатуються протягом двох—трьох років) застосовуються засоби, що крім восків і інших речовин, в своєму складі мають м'які абразиви дрібної дисперсності, під дією яких вилучаються мікронерівності лакофарбового шару, поверхня покривається захисною плівкою. Автополіролями для обвітрених покриттів обробляють лакофарбову поверхню один—два рази на рік.

Для старих лакофарбових покриттів для автомобілів (після двох—трьох років експлуатації) застосовуються засоби, що мають значну кількість більших і твердих абразивів (електрокорунд, каолін тощо), парафіни, вазеліни, протистарителі, гас та ін. Вони сприяють видаленню більш глибоких мікронерівностей. Засоби для старих покриттів мають слабкі захисні функції, тому після їх використання поверхню рекомендується додатково обробляти полірувальним засобом для нових покриттів. При догляді за старим покриттям потребується довше полірування поверхні.

Підвищення атмосферостійкості досягають введенням до складу полірувально-консервувальних засобів спеціальних домішок, які поліпшують фізико-механічні властивості захисних плівок. Плівки, що утворюються на поверхні, витримують до 5...10 мийок.

Так, захисний автополіроль забезпечує зберігання блиску лакофарбового покриття й декоративних металевих деталей, захищає їх від атмосферного впливу, видаляє забруднення, які не змиваються водою, а також припиняє корозію металу в місцях пошкодження покриття. Збовтавши вміст упаковки, автополіроль наносять тампоном на заздалегідь вимиту поверхню та розтирають. Потім круговими рухами розполіровують поверхню м'якою тканиною до появи блиску. Витрата автополіроля становить 6...7 г/м².

Автополіролі типу «Клинерполиш» використовуються для чистки, полірування й консервації кузова автомобіля. Засіб наносять на невелику ділянку заздалегідь вимитої поверхні і полірують звичайним способом до появи блиску. Витрата засобу становить 10 г/м².

Зручними є також автосерветки багаторазового використання із тканих і нетканих матеріалів, просочені спеціальними речовинами. Автосерветки типу «Полир» застосовуються для догляду за лакофарбовим покриттям. Вимиту суху поверхню обробляють серветкою круговими рухами. Оброблення лакофарбової поверхні кузова рекомендується проводити після кожних трьох-чотирьох мийок.

§ 18.6 Герметизувальні засоби

Герметизувальні засоби використовують при експлуатації та під час ремонту автомобіля, для швидкого усунення в умовах дороги і гаража різноманітних пошкоджень і нецільностей: підтікання в радіаторі, підтікання в з'єднаннях із прокладками, раковини, тріщини та інші випадки порушення герметичності вузлів тощо.

Для усунення підтікання води, антифризу й оливи в різних з'єднаннях замість картонних, пробкових та гумових прокладок, а також для герметизації скла й інших аналогічних цілей застосовуються пастоподібні засоби типу автогерметик-прокладка.

Рознімні поверхні очищають і покривають тонким шаром мастила. Для герметизації поверхні її слід заздалегідь знежирити бензином. На одну із поверхонь наносять герметик так, щоб після застигання його залишки не потрапили всередину. Через 20...30 хв вузол складають. Експлуатацію можна розпочати через 4 год (при товщині шару більше як 1 мм витримку збільшують). Витрата герметика становить 0,5 кг/м² (при товщині шару 1 мм).

Для усунення незначного підтікання води або антифризу із системи охолодження двигуна автомобіля використовують герметики для радіатора (порошкоподібні або засоби у вигляді таблетки). При цьому двигун прогрівають до температури 70...80 °С.

Таблетку (або відповідну кількість порошкоподібного засобу) автогерметика розводять у невеликій кількості гарячої рідини (200 см³) і заливають у радіатор (одна таблетка на 4...5 л рідини). Давши двигуну попрацювати на холостому ході, після того як припиниться підтікання, двигун зупиняють на 15...20 хв.

Для ремонту вихлопної системи автомобіля застосовуються автопрепарати типу «Тавил».

§ 18.7 Допоміжні засоби

До допоміжних засобів належать засоби різного призначення, що полегшують багато які види робіт з догляду за машинами як у період їхньої експлуатації, так і під час ремонту.

Для оброблення іржавих поверхонь покриттів, а також для короткочасного захисту непофарбованих металевих поверхонь застосовуються автопрепарати типу «Ферон», які в своєму складі мають лак, присадки, цинковий крон, толуол та ін. Поверхню очищають від бруду, а також старого покриття, що відлущилося. За допомогою металевої щітки видаляють пухку й шарову іржу, поверхню знежирюють розчинником. Добре перемішавши, препарат наносять на поверхню, розгладжуючи його щіткою: під захисні покриття — один шар, для тимчасового захисту — два шари з міжшаровим сушінням протягом однієї години.

Захисні покриття наносять через 1 год після висихання ґрунту. Тривалість його висихання — 1...2 год при температурі 20 °С. За необхідності ґрунт розводять розчинником 651, РС-2. Витрата препарату на шар становить 110...130 г/м².

Для перетворення продуктів корозії на інертний шар на днищі, крилах та інших частинах кузова перед нанесенням захисних покриттів часто використовують автопрепарати типу автоперетворювача іржі. Поверхню очищають від бруду, а потім механічним способом видаляють пухку й шарову іржу. Поверхню знежирюють уайт-спіритом або бензином. Через 20...30 хв перетворювач наносять жорсткою щіткою, тобто розгладжуючи його. Через 24 год поверхню зволожують водою, а через 3...5 діб наносять антикорозійне покриття. Витрата препарату становить 100...130 г/м².

Для видалення лакофарбового покриття з металевих поверхонь безпосередньо перед новим фарбуванням застосовують автопрепарати типу автозмивача старої фарби. Добре розмішуваний змивач наносять за допомогою щітки рівномірним шаром на поверхню, площею не більше як 0,5 м². Після розпушення старе покриття видаляють шпателем. Потім очищену поверхню добре протирають ганчіркою, змоченою в бензині. Витрата становить 0,4...0,5 кг/м².

Для полегшення відкручування іржавих різьбових з'єднань, запобігання корозії, полегшення пуску в холодну та вологу погоду двигунів (витісняючи вологу, усувається втрата струму в системі запалювання), захисту деталей електрообладнання від окиснення, мащення тертьових поверхонь, очищення гумових і пластмасових деталей використовують засоби в аерозольній упаковці типу «Унисма-1». Балон струшують, засіб розпиляють на поверхню при температурі балона не нижче 15 °С.

Для захисту хромованих деталей машин від впливу атмосферних факторів і агресивних солей взимку застосовують автолаки типу «Хромофикс», до складу яких входять смоли, циклогексанон, толуол тощо. Хромові деталі знежирюють бензином, а потім наносять препарат рівними мазками, тонким рівномірним шаром, не допускаючи потрапляння лаку на пофарбовані поверхні та пластмасові деталі. Захисне покриття стійке до дії води через 24 год після його нанесення.

Для захисту від корозії декоративних і непофарбованих металевих поверхонь у період консервації автомобіля, захисту від окиснення клем акумуляторних батарей, мащення та запобігання від замерзан-

ня замків (до температури -40°C) застосовують технічний волокнистий вазелін (ВВТ-1) в аерозольній упаковці. Перед використанням балон струшують, розпилюють мастило тонким рівномірним шаром на чисту суху поверхню. Витрата мастила — 200 г/м^2 . Розконсервація проводиться за допомогою уайт-спіриту або бензину.

Для очищення й подовження терміну служби полімерних поверхонь обшивки салону, панелей приладів, гумових килимків підлоги, ущільнювачів тощо, а також запобігання примерзання гумових ущільнювачів до металу кузова застосовуються автопрепарати в аерозольній упаковці («Альва»). Перед використанням балон струшують, а потім розпилюють на оброблювальну поверхню та протирають тканиною.

Видалити оливну пляму з матеріалів обшивки салону автомобіля можна за допомогою пастоподібних (наприклад, «Хвилінка») або рідких (наприклад, «Антип'ятин») плямовивідників, заздалегідь упевнившись у стійкості обшивального матеріалу до плямовивідника на непомітному шві обшивки.

Видалити пляму від іржі з матеріалу обшивки салону автомобіля можна за допомогою рідкого препарату «Плямовивідник іржі».

Очистити ворсовий килимок можна за допомогою рідкого засобу для очистки килимів (наприклад, «Золушка-М»).

Підклеїти обшивку салону можна за допомогою клеїв «Марс», «Момент-1», видалити залишки розлитого електроліту з кислотного акумулятора можна, якщо протерти його клоччям, змоченим аміачною водою.

Для надання блиску, відновлення кольору шин, ущільнювачів та інших гумових деталей і подовження терміну їхньої служби використовують засоби типу автофарби для гумових деталей, до складу якої входять поліетилсилоксанова рідина, церезин, каніфоль, сажа тощо. Засіб наносять рівномірним шаром за допомогою щітки або тампона на добре вимиту та висушену поверхню. Після 24...30 год її натирають до блиску ганчіркою з вовни. Таке оброблення рекомендується проводити два-три рази на рік. Витрата засобу — 200 г на автомобіль.

Для видалення різних забруднень рук без використання води під час ремонту машин застосовують автопрепарати типу автозасобу для сухого очищення рук. До складу цих засобів входять норкове масло, метилцелюлоза, карбоксиметилцелюлоза, триполіфосфат натрію, гексахлорофен тощо. Ці засоби можуть також використовуватись

для захисту шкіри рук від просочення в пори різних забруднень. Не-велику кількість засобу (5...7 г) наносять на забруднені руки, добре розтирають, витирають папером або ганчіркою. Для захисту ж шкіри рук до початку проведення робіт засіб наносять тонким шаром і дають просохнути.

Для очищення дуже забруднених рук застосовують також пасту «Господарча –2» або засіб «Раллі».



**Контрольні запитання
та завдання**

1. Які є принципи класифікації хімічних засобів для догляду за автомобілями?
2. Охарактеризуйте основні мийні засоби та сферу їх використання.
3. Які є полірувальні засоби та як ними користуватися?
4. Яка сфера застосування захисних засобів?
5. Де використовуються герметизувальні засоби?
6. Визначіть допоміжні засоби та сферу їх застосування.

Глава 19

ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ Й ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

§ 19.1

Токсичність паливно-мастильних матеріалів

Усі сорти палив і олив — це малотоксичні речовини четвертого класу небезпеки. Сила отруйної дії палива й олив на організм людини залежить від властивостей самого продукту, його концентрації, тривалості впливу, а також від шляхів проникнення в організм, умов, в яких виконується робота, та від індивідуальних особливостей людини.

Паливо й оливи можуть потрапити в організм людини крізь дихальні шляхи, шкіру, органи травлення і слизової оболонки. Найбільш небезпечно, коли випари палива чи оливи через дихальні шляхи потрапляють у кров.

Розрізняють два види отруєння: *гостре*, коли воно розвивається протягом кількох хвилин або годин після початку отруєння, та *хронічне*, коли отруєння розвивається внаслідок тривалої систематичної дії на організм людини малих доз отруйних речовин.

Отруєння випарами бензину трапляється найчастіше. Повітря вважається безпечним для здоров'я при концентрації випарів бензину не більше як 0,3 мг на 1 л повітря. Більша концентрація при тривалому вдиханні може спричинити *хронічне отруєння*, ознаками якого є недокрів'я, головний біль, млявість, стомлюваність, сонливість або безсоння та виснаженість. Внаслідок подразнювальної дії випарів можуть з'явитися хронічне запалення слизових оболонок, слизовиділення й захворювання дихальних шляхів.

При концентрації випарів бензину 5...10 мг/л через декілька хвилин настає *гостре отруєння*: з'являється головний біль, неприємні відчуття в горлі, кашель, слизовиділення, подразнення слизової оболонки та дихальних шляхів. Крім того, першими ознаками от-

руєння є зниження температури тіла та артеріального тиску, вповільнення пульсу й інші зміни в організмі. Потерпілий, як правило, скаржитися на в'ялість, м'язову слабкість, мерзлякуватість. В атмосфері з великою концентрацією випарів бензину людина може втратити свідомість, з'являються судороги, ослаблення дихання й може настати смерть. Вважається, що *дихати повітрям при концентрації випарів бензину 30...40 мг/л протягом 5...10 хв небезпечно для життя.* ! При більшій концентрації випарів бензину смерть може настати миттєво.

З підвищенням температури повітря токсичність бензинових випарів різко збільшується.

Слід зазначити, що бензин, потрапивши до шлунку, може зумовити смертельне отруєння.

Крізь шкіру потрапляє лише та отрута, що розчиняється в жирах та жироподібних речовинах організму. Проте при потраплянні отрути крізь шкіру вона надходить також у кров. Якщо опустити руку в бензин і потримати її там 5...7 хв, то після цього повітря, що вдихається, міститиме випари бензину, оскільки при цьому в 1 л крові буде знаходитись 0,5 мг бензину, а через 15 хв — близько 31 мг.

Найбільша небезпека гострого отруєння випарами бензину виникає під час виконання робіт у закритому приміщенні, очищенні резервуарів і тари від залишків бензину та у ремонтних цехах. При поганому провітрюванні таких приміщень повітря швидко насичується випарами бензину до небезпечних концентрацій, тому при виконанні таких робіт потрібно ретельно дотримуватись правил техніки безпеки. Серйозне отруєння може виникнути при потраплянні бензину всередину організму в разі його засмокування ротом через шланг або при продуванні ротом деталей паливної апаратури. В цьому випадку може статися тяжке запалення легенів. При частковому контакті з бензином можуть виникати як гострі запалення, так і хронічні екземи та інші захворювання шкіри.

Токсичність етилованих бензинів ще більша, тому що тетраетилсвинець має властивості отрути. Проте випари етилованих бензинів майже не відрізняються від звичайних випарів бензинів, оскільки випаровування тетраетилсвинцю спостерігається в дуже обмежених кількостях та й лише після випаровування 30 % бензину.

Усі операції з етиловою рідиною, особливо додання її до бензину (етилювання) у великих ємкостях, можуть призвести до отруєння, тому вони мають виконуватися з ретельним дотриманням усіх профілактичних правил. У зв'язку з цим бензини етилюють тільки

на заводах, де є спеціальне змішувальне обладнання. Етилювання бензинів без спеціального обладнання загрожує отруєнням і тому категорично заборонене.

Слід пам'ятати, що під час тривалого зберігання етилованих бензинів в ємкостях в осад випадає до 15 % тетраетилсвинцю, тому при очищенні ємкостей з-під бензину слід бути дуже обережним.

При дотриманні заходів обережності й установлених правил поведінки з етилованими бензинами застосування їх безпечне, як і з неетилованими бензинами, якщо не враховувати токсичності відпрацьованих газів.

Для запобігання отруєння тетраетилсвинцем під час роботи з етилованими бензинами необхідно ретельно виконувати такі правила.

Етилований бензин можна використовувати тільки як пальне для бензинових двигунів. Ні в якому разі його не можна застосовувати в освітлювальних лампах, запальничках, паяльних лампах, бензопилках, для технічних потреб як розчинник для промивання деталей, миття рук тощо. Відомі випадки отруєння (з смертельними наслідками) при використанні етилованого бензину для очищення одягу в непродіреному приміщенні. На ємкостях для зберігання етилованого бензину мають бути написи, зроблені великими літерами фарбою, що не змивається, «етилований бензин — отруйний».

Отруйна дія етилованого бензину найсильніше проявляється, коли він потрапляє всередину організму. У зв'язку з цим засмоктання бензину чи продування деталей паливної апаратури категорично забороняється.

Ні в якому разі не можна зберігати і транспортувати етилований бензин разом із харчовими продуктами (вони легко поглинають тетраетилсвинець).

При кип'ятінні заражених продуктів їхні токсичні властивості не зникають. Тому особливо небезпечно використовувати з-під етилованих бензинів тару для зберігання харчових продуктів та води. Не можна вживати їжу або брати у рот цигарку, не помивши перед цим руки теплою водою з милом.

Якщо етилований бензин потрапив на шкіру, то потрібно швидко й ретельно витерти її тканиною, змоченою гасом, щоб не втерти в шкіру, а потім обмити це місце теплою водою з милом.

Якщо етилованим бензином облите частину тіла, то необхідно швидко зняти одяг, легенько обтерти уражену ділянку тіла ватою, змоченою гасом, прийняти теплий душ з милом і надіти чистий одяг.

Коли етилований бензин потрапив в очі, то треба швидко промити їх теплою водою.

При випадковому потраплянні етилованого бензину в шлунок слід викликати блювання та промити шлунок содовим розчином.

Якщо розлита значна кількість етилованого бензину, то це може створити небезпеку отруєння тетраетилсвинцем, особливо в маленьких непровітрюваних гаражах індивідуального користування. У цих випадках місце, на якому було розлито бензин, слід продегазувати розчином хлористого вапна (одна частина вапна на три—п'ять частин води).

Якщо етилований бензин був розлитий на цементну чи асфальтну підлогу, то залите місце треба ретельно витерти сухою тканиною, а після цього облити його чистим гасом, а тканину спалити.

Під час ремонту двигуна, що працює на етилованому бензині, необхідно ретельно дотримуватися усіх заходів обережності: усі деталі, що стикаються з ним (бензонасос, відстійник, бензофільтр, карбюратор, бензопроводи, головка поршнів, свічки, клапани й клапанні гнізда, трубопроводи), потрібно промити чистим гасом, а при дрібному ремонті — щіткою, змоченою в гасі.

Небезпека отруєння етилованим бензином зростає внаслідок здатності тетраетилсвинцю осідати на стінах, підлогах, одязі, бетоні, штукатурці, ґрунті. Для знешкодження ґрунту, підлоги та інших матеріалів застосовують дегазатори — дихлорамін (15 %-й розчин у бензині) і хлорне вапно (у пропорції 1:3).

Токсичність гасу та дизельного палива вища, ніж бензину, але через те, що гас та дизельне паливо випаровуються дуже слабо, випадки гострого отруєння їхніми випарами спостерігаються дуже рідко. Поводження з гасом та дизельним паливом на відкритому повітрі небезпеки не становить. Проте можливе хронічне отруєння під час роботи у закритих приміщеннях. При цьому ознаки отруєння гасом та дизельним паливом мало відрізняються від хронічного отруєння, зумовленого випарами бензину.

! Велика концентрація випарів дизельного палива у повітрі для людини є смертельною. Гранично допустимою концентрацією випарів гасу та дизельного палива вважається 0,3 мг/л повітря.

Токсичність оливи проявляється при частковому потраплянні оливи на відкриті ділянки тіла та тривалій роботі в промасленому одязі. Системний контакт з оливою може викликати гостре хронічне захворювання шкіри: захворювання сальних залоз, екземи, дерматити, боро-

давкові нарости, що переходять в рак. Токсичні властивості олив підсилюються з підвищенням температури.

Дуже небезпечним для людини є дихання повітрям, насиченим оливним туманом, особливо за наявності в оливі сірководню (H_2S), що спричинює отруєння з утратою свідомості.

До олив, які мають присадки, треба ставитися з більшою обережністю, ніж до олив без присадок, оскільки токсичність присадок, до складу яких входять сірка, фосфор, хлор, свинець, — висока і ще мало вивчена.

Отруйність відпрацьованих газів — загальновідома. Найнебезпечнішим є оксид вуглецю, гранично допустима концентрація якого становить 0,02 мг/л повітря. У зв'язку з цим, категорично забороняється обігріватися в кабінах під час роботи двигуна на холостому ходу, оскільки отруєння відбувається непомітно й призводить до смерті.

Антифризи також досить токсичні. Смертельна доза етиленгліколевих рідин становить 20...30 г. Тому після роботи з антифризом слід ретельно вимити руки з милом, а в разі проникнення рідини у шлунок — промити його 2 %-ним розчином соди.

§ 19.2

Пожежонебезпечність палив та олив

Усі палива мають здатність не лише займатися від стороннього джерела, а й самозайматися. Так, температура самозаймання суміші палива з повітрям становить 480 °С, гасу 430 °С. Чим важча фракція нафтопродукту, тим при нижчій температурі нагрітого тіла вона здатна самозайматися. В'язкі оливи, наприклад, займаються вже при температурі 300 °С.

Випари палива при змішуванні з повітрям у певному співвідношенні можуть утворювати вибухові суміші, що самозаймаються від іскри чи від іншого джерела вогню.

Бензинова суміш з повітрям небезпечна при концентрації бензину 1,1...5,4 %, гасу — 2...3 %. Якщо ж випари бензину чи гасу будуть більшими або меншими, то такі суміші самозайматися не будуть.

При зберіганні палива з температурою початку кипіння 70...135 °С виникнення вибухонебезпечних сумішей можна очікувати при тем-

пературі повітря 0...30 °С. Отже, бензин небезпечніший від гасу й дизельного палива в холодну погоду, а гас і дизельне паливо небезпечніші від бензину — в жарку погоду.

Мастильні випари в суміші з повітрям за наявності іскри чи іншого відкритого джерела вогню також вибухонебезпечні. Відомі випадки, коли мастильні випари вибухали в картері двигуна.

В експлуатаційних умовах найбільшою небезпекою є порожня тара з-під бензину. Справа в тому, що достатньо з 200-літрової бочки випаритися 10...50 г бензину, щоб утворилася вибухонебезпечна суміш, а така кількість завжди може залишитися навіть при самому ретельному зливі з бочки бензину. Ось чому забороняється відкручувати ударами молотка пробку порожньої сталеві бочки з-під бензину чи підходити до неї з вогнем. Щоб уникнути утворення такої суміші, пробку тари після зливу з неї бензину слід закручувати не щільно, аби в міру випаровування бензину випари виходили в повітря, а пробку можна було б відкрутити.

Під час зберігання бензинів з температурою початку кипіння 60 °С у приміщенні з поганою вентиляцією вибухонебезпечна суміш може утворюватись при температурі 0 °С і нижче. При вищій температурі концентрація випарів бензину збільшується настільки, що виходить за межі вибухонебезпечної суміші.

Ретельна небезпека утворення вибухонебезпечних концентрацій олив в закритій ємкості виникає при температурі 100 °С. Проте за наявності в оливі палива критична температура може бути і нижче 100 °С, тому в картері двигуна, де завжди є паливо, вибухонебезпечна концентрація випарів може утворюватися практично за будь-якої температури.

Електризація палива в умовах його експлуатації може спостерігатись в різних випадках:

- при прокачуванні по рукавах та паливопроводах;

- при розбризкуванні в повітрі (наприклад, під час зливу, коли струмінь падає з великої висоти і, б'ючись об тверду поверхню, розбризкується);

- при проходженні крізь пористі та сітчасті переборки (фільтри, капілярні трубки);

- при пропусканні повітря або газів крізь усю товщу палива;

- при змішуванні з водою;

- при підніманні домішок із дна цистерни.

Статична електрика, як відомо, накопичується на зовнішній поверхні ємкості і, якщо її не заземлено, то на поверхні ємкості може

накопичитися статична електрика з напругою в кілька тисяч і навіть десятків тисяч вольт. Для людини така напруга безпечна, тому що сила струму дуже мала. У пожежному відношенні напруга 300...500 В виявляється небезпечною, оскільки при розрядженні іскра може запалити суміш.

Зі збільшенням швидкості та тривалості прокачування палива його електризація зростає, а зі збільшенням вологості й температури — спадає.

Бензини електризуються слабше, ніж дизельне паливо. Наявність механічних домішок та поплавців в ємкості сприяє електризації палива.

Небезпека електризації ефективно усувається введенням у паливо антистатичних присадок.

§ 19.3 Техніка безпеки під час роботи з хімічними матеріалами

При застосуванні все зростаючої кількості хімічних речовин побутового призначення виникає суттєве протиріччя: з одного боку, ці засоби значною мірою полегшують і підвищують продуктивність багатьох видів праці, в тому числі догляду за автомобілями, а з іншого — можна уявити всю товарну масу побутових хімічних речовин як своєрідний «викид» хімічних речовин в навколишнє середовище, оскільки складові цієї маси рано чи пізно потрапляють в атмосферу, каналізацію, водосховища, ґрунт, а частково залишаються в житлі людини. Значна кількість хімічних речовин, що потрапляють в навколишнє середовище при використанні засобів побутової хімії, негативно впливає на нього.

Від контакту людини з отруйними речовинами зростає кількість нещасних випадків. Зареєстровано близько 300 речовин, які найчастіше стають причиною нещасних випадків. Перше місце серед них займають оцтова, сірчана та інші кислоти, потім — препарати побутової хімії.

Нині засоби побутової хімії ставлять перед людиною дві важливі проблеми: забезпечення раціонального використання препаратів та охорона навколишнього середовища.

Усі автопрепарати надходять у продаж тільки після токсикологічного та гігієнічного оцінювання їх медичними органами і дозволу Міністерства охорони здоров'я.

Основні вимоги, що ставляться цими органами до автопрепаратів, полягають у тому, що останні не повинні шкідливо впливати на людину як при безпосередньому контакті, так і після їх застосування згідно з їх призначенням.

За ступенем небезпечності для людини хімічні засоби догляду за автомобілем можна поділити на три групи: безпечні, небезпечні й вогнебезпечні.

Безпечні (на упаковці відсутні попереджувальні написи) — це автошампуні, автоочишувачі скла та інші засоби.

Небезпечні (на упаковці попередження: «Берегти очі», «Працювати на відкритому повітрі або в добре провітреному приміщенні») — це сірчана кислота, автомастика «Еластокор» тощо.

Вогнебезпечні (на упаковці написи: «Вогнебезпечно», «Не розпилювати поблизу відкритого вогню» та ін.) — це автопрепарати в аерозольній упаковці, розчинники та інші речовини.

Під час роботи з небезпечними для здоров'я людини і вогнебезпечними матеріалами необхідно дотримуватись загальних правил безпеки.

Рідинні хімічні препарати треба переливати, користуючись лійкою, а сипучі — пересипати ложкою. При цьому необхідно берегти очі й дихальні шляхи від потрапляння в них бризок або пилу. Предмети після використання слід ретельно вимити, зберігати їх краще разом із хімічними препаратами.

Не можна низько нахилятися над посудинами з хімічними речовинами і киплячими рідинками, особливо під час вливання туди нової порції рідини або всипання порошку, нюхати їх, сильно втягуючи повітря.

Гарячі рідини не можна вливати в тонкостінний скляний посуд.

Розводячи міцну сірчану кислоту, її треба поступово лити у воду, а не навпаки (при цьому вода буде сильно розігріватися).

Не можна змішувати несумісні хімічні речовини, оскільки вони при змішуванні можуть енергійно реагувати, інколи з виділенням теплоти, або перетворюватися в нові речовини з іншими властивостями, що робить їх непридатними до використання.

Несумісними речовинами є такі:

сірчана, соляна та інші кислоти з кальцинованою содою, крейдою, вапном і лугами;

нашати́рний спирт і хлорид амонію з йодом та формаліном;
перманганат калію із спиртами, гліцерином, сіркою, йодом, вугіллям, нашатирним спиртом, хлоридом амонію;

сірка з перманганатом калію, хлорним вапном;

хлорне вапно із скипидаром, олівами, жирами, гліцерином, нашатирним спиртом, хлоридом амонію, органічними речовинами.

Під час роботи з пожежонебезпечними засобами не можна запалювати газові пальники, палити, користуватися електронагрівальними приладами, особливо пожежо- і вибухонебезпечними є випари горючих розчинників (з ними завжди треба працювати на відкритому повітрі).

Усі автопрепарати слід використовувати тільки за їхнім призначенням, суворо дотримуватись інструкції та рекомендації щодо їхнього використання. Можна використовувати тільки препарати, придбані в магазині з етикеткою на упаковці. Не можна зберігати автопрепарати в тарі без етикеток.

Не рекомендується закуповувати про запас і зберігати в домашніх умовах та в гаражі значну кількість автопрепаратів. Всі автопрепарати мають зберігатися в недоступних для дітей місцях і окремо від харчових продуктів.

Не допускається тривале зберігання автопрепаратів, оскільки при цьому вони можуть втратити свою активність, ставши непридатними.

При систематичному користуванні автошампунем, чистильним автопрепаратом у деяких людей можуть виникати алергічні захворювання. В цих випадках рекомендується перейти на застосування інших засобів аналогічного призначення.

У скляній, металевій, пластмасовій або картонній упаковці, що звільнилася від автопрепаратів, не можна зберігати харчові продукти і питну воду.

Аерозольні балони не можна зберігати поблизу джерела тепла (підвищення тиску може призвести до розриву балона); не можна їх розкривати навіть після повного використання. Працювати з аерозольними балонами слід далі від відкритих джерел тепла. Під час роботи з ними не можна палити, давати їх дітям, допускати нагріву вище 50 °С.

Усі роботи, пов'язані з доглядом за автомобілем, необхідно проводити на відкритому повітрі або в добре провітрюваному приміщенні.

Під час проведення ремонтних і профілактичних робіт, пов'язаних із антикорозійним захистом днища, порогів та інших деталей з використанням хімічних засобів (мастик, антикорів, очищення іржі тощо), та під час роботи з сірчаною кислотою, засобами видалення старого лакофарбового покриття, лакофарбовими матеріалами завжди слід надівати захисні окуляри й гумові рукавиці.

За наявності попередження «Берегти від морозу» препарат не можна зберігати при температурі нижче 0 °С, тобто в неопалюваному приміщенні. В разі порушення цього правила препарат втрачає свої властивості.

Працюючи з препаратами з попередженням «Отруйне» (гальмові рідини, антифризи тощо), слід надівати гумові рукавиці.

§ 19.4

Техніка безпеки під час роботи з лакофарбовими матеріалами й розчинниками

Матеріали для протикорозійного захисту автомобілів з погляду умов безпечного застосування можна об'єднати в три групи: водяні, знежирювальні суміші; оливи і мастила, що містять органічні розчинники; лакофарбові матеріали, плівкотвірні нафтові суміші й мастики.

Матеріали перших двох груп найменш небезпечні в застосуванні. Вони малотоксичні, малолеткі, вибухонебезпечні, а водяні речовини — пожежобезпечні. Під час роботи з ними слід дотримуватись загальних правил поведінки з хімічними речовинами. Посуд з цими речовинами повинен мати чіткий напис з найменуванням матеріалу, щоб уникнути використання його не за призначенням. Застосування для харчових цілей посуду з-під хімікатів не допускається.

У разі проливання водяні речовини мають бути змиті водою, а нафтопродукти — засипані піском і прибрані за допомогою совка. Прооливлені ганчірки не можна накопичувати та зберігати, оскільки це може призвести до самозаймання.

Під час роботи з хімічними матеріалами слід ужити засобів запобігання їх потрапляння на шкіру, в очі, а також у шлунково-

кишковий тракт. Для цього необхідно застосовувати гумові рукавиці, фартух, окуляри. При випадковому потраплянні цих речовин на тіло необхідно промити уражене місце великою кількістю води і звернутися до лікаря.

Щоб уникнути займання, слід не допускати потрапляння оливи і мастил на сильно розігріті металеві поверхні.

Застосування матеріалів, що містять органічні розчинники, потребує дотримання низки спеціальних заходів безпеки через високу пожежонебезпечність і токсичність цих матеріалів.

Робота з вогнєнебезпечними матеріалами має виконуватися у спеціальному приміщенні, обладнаному ефективною вентиляцією та вибухобезпечним електропостачанням. Разова робота невеликого обсягу може бути виконана у провітрюваному приміщенні або під навісом на відкритому повітрі.

У робочому приміщенні не допускається застосування відкритого вогню, паління, виконання операцій, що зумовлюють іскроутворення. Не допускається застосування синтетичних ганчірок, щоб уникнути електростатичних розрядів.

На робочому місці не повинно бути надмірної кількості легкозаймистих матеріалів. При їх загорянні не допускається використання води. Під час роботи необхідно користуватися додатковими індивідуальними засобами захисту — респіраторами, окулярами. Вживання їжі на робочому місці не допускається.

Категорично забороняється зливати горючі матеріали у каналізацію, оскільки це може призвести до пожежі й отруєння.

Перед тим, як починати працювати з хімічним матеріалом, необхідно вивчити інструкцію з його застосування і суворо дотримуватись її.

§ 19.5 **Техніка безпеки під час роботи** **з клеями та герметиками**

Під час роботи з клеями та герметиками необхідно дотримуватися певних правил безпеки у зв'язку з тим, що багато з них є токсичними й вогнєнебезпечними.

Найтоксичнішими затверджувачами уретанових і епоксидних клеїв є ізоціанат і поліетиленполіамін. Ізоціанати зумовлюють подразнення слизових оболонок дихальних шляхів і загальну слабкість. Поліетиленполіамін при тривалому впливі на шкіру здатний спричинити ураження типу виразкового дерматиту, при потраплянні в очі він викликає гнійний кон'юнктивіт. Тривалий вплив епоксидних смол на шкіру спричинює її захворювання (дерматит, екзему).

Клеї на основі модифікованих фенолоформальдегідних смол порівняно малотоксичні, оскільки майже не містять вільного фенолу.

Малотоксичними клеями на основі похідних акрилових смол є анаеробні герметики і ціанокрилатні клеї.

Токсичність гумових клеїв визначається токсичністю їхніх розчинників.

Клеї на основі пластизолей за нормальної температури не токсичні. При нагріванні пластизолей до температури 160...180 °C з них виділяється хлороводень.

Роботи з клеями слід виконувати у спеціально відведених для цього приміщеннях, обладнаних припливно-витяжною вентиляцією, чим досягається безпечна для працюючих концентрація токсичних речовин у повітрі. Готувати та наносити клеєві композиції слід у витяжній шафі із швидкістю руху повітря не менш як 0,7 м³/с.

Разові роботи з клеями в місцях, де відсутня припливно-витяжна вентиляція, треба виконувати при відкритих вікнах у добре провітреному приміщенні.

У приміщеннях, де виконують роботи з клеями, забороняється палити та вживати їжу.

Органічні розчинники та деякі клеї є горючими. Займання може відбутися при знежиренні деталей і при потраплянні клею та розчинників на гарячі поверхні. Для запобігання пожежі забороняється зберігати, розливати й використовувати клеї та розчинники поблизу вогню й нагрівальних приладів.

У разі потраплення клею або затверджувача на шкіру слід негайно почистити забруднене місце сухим ватним тампоном, обмити гарячою водою з рідким милом, після чого змастити вітамінним кремом, борним вазеліном або гліцерином. При значному забрудненні можна користуватися етилцелозольовом, який відносно легко переноситься шкірою. Ацетон застосовувати для цієї мети небажано, оскільки він сприяє проникненню клею у шкіру.

Для захисту рук корисно користуватися спеціальними пастами (ХІОТ № 6, силікованою пастою та ін.). Треба враховувати, що пасти, які містять жири і тальк, застосовувати не можна, оскільки навіть малі сліди жиру на склеюваних поверхнях можуть стати причиною браку.

§ 19.6 **Заходи першої допомоги** **при нещасних випадках**

При загорянні одягу полум'я гасять, накидаючи на потерпілого ковдру із щільної тканини, а якщо її під руками немає, то полум'я за відсутності сторонньої допомоги повинен гасити сам потерпілий, обертаючись на підлозі. Коли полум'я погашено, одяг з потерпілого знімають (розрізуючи його ножицями) тільки в тому випадку, якщо він не пристав до обгорілих ділянок тіла (пухирі чіпати не можна) і викликають лікаря.

При опіку пальців рук, щоб уникнути появи пухирів, слід негайно занурити їх у міцний розчин перманганату калію. В разі сильних опіків необхідно звернутися до лікаря.

При отруєнні автопрепаратом у всіх випадках треба негайно викликати лікаря. До приходу лікаря потерпілого обов'язково покласти, оскільки при фізичному напруженні отрута всмоктується в організм швидше й вірогідність ускладнень (зокрема набряк легенів та мозку) збільшується.

При отруєннях до приходу лікаря треба допомогти потерпілому промити шлунок. Для цього йому слід дати три—чотири склянки води із сіллю або сухою гірчицею (дві чайних ложки на склянку води). В деяких випадках замість солі або гірчиці краще взяти питну соду (при отруєннях фосфорорганічними речовинами, метиловим спиртом).

Не можна промивати шлунок у разі отруєння їдкими речовинами, оскільки при зворотному русі по стравоходу їдка речовина ще раз травмує слизову оболонку і може спричинити набряк гортані.

Після промивання шлунка потерпілому потрібно дати активоване вугілля (дві—чотири столових ложки вугілля, розведеного у 100...200 мл води).

При більшості видів отруєнь корисно покласти на голову потерпілого лід, що зменшить вплив отрути на мозок, усуне хворобливе збудження.

У випадку затримки приходу лікаря після вугілля потерпілому слід дати глауберову сіль (столова ложка на склянку води), яка перешкоджає всмоктуванню отрути в кишковик.

Як правило, в разі отруєння потерпілому не рекомендується давати молоко, оскільки багато які отрути добре розчиняються в жирах, а відповідно й у молоці; всмоктування отрути при цьому відбувається швидше.

При потрапленні отруйної речовини на шкіру її слід негайно видалити, а забруднений одяг — зняти. Уражену ділянку тіла витирають, а потім промивають теплою водою з милом. У разі потраплення на шкіру оцтової есенції цю ділянку шкіри треба обробити розчином питної соди (дві чайних ложки на склянку води). Цим самим розчином промивають очі. Якщо в очі потрапили інші речовини (луги, бензин), то їх краще промити молоком.

§ 19.7

Охорона навколишнього середовища під час роботи з автопрепаратами

Величезні масштаби виробничої діяльності людини призвели не тільки до грандіозних позитивних перетворень у світі, а й спричинили суттєве погіршення стану навколишнього середовища.

За впливом на навколишнє середовище сучасні автопрепарати можна поділити на три групи: чисті, умовно чисті та шкідливі.

Чисті — це препарати, до складу яких входять нешкідливі природні речовини та речовини, що у процесі використання швидко розкладаються на прості компоненти: P_2O , CO_2 тощо.

Умовно чисті — це препарати, які містять в своєму складі компоненти першої групи та речовини з високим біорозпадом.

Шкідливі — це препарати, до складу яких входять токсичні й отруйні речовини, які спричиняють помітні порушення в навколишньому середовищі.

Локалізацію шкідливих впливів автопрепаратів на навколишнє середовище в багатьох випадках слід здійснювати шляхом їх видалення. Застосовуючи автопрепарати, автомобіліст має дбати про збереження навколишньої природи. Він повинен викидати тару з-під автопрепаратів та інших засобів побутової хімії лише в спеціально відведені для цього місця.

Найбільша кількість забруднень потрапляє в атмосферу в результаті згоряння палива в двигунах внутрішнього згоряння.

У відпрацьованих газах виявлено близько 1200 речовин різних сполук, найшкідливішими з яких є оксид вуглецю, вуглеводні та двооксид азоту, а склад їх залежить не тільки від режиму роботи двигуна, а і від якості паливно-мастильних матеріалів.

При експлуатації тільки одного автомобіля на добу утворюється, наприклад, 700...1200 л забрудненої води.

Кількість викидів шкідливих компонентів залежить від багатьох чинників:

- складу парку машин;
- типу двигунів;
- якостей палива, що використовується;
- регулювання паливної апаратури;
- пробігу автомобіля;
- умов експлуатації (кліматичної зони, сезону, експлуатації, наявності діагностичних засобів, кваліфікації водіїв і режиму експлуатації).

Для кожного режиму роботи двигуна передбачено склад суміші, що забезпечує мінімальний вміст шкідливих домішок.

Багатьма із зазначених факторів можна керувати. Перш за все, це стосується регулювання двигуна на чистоту відпрацьованих газів.

До заходів з охорони навколишнього середовища й раціонального використання природних ресурсів належать такі:

- дотримання чинних норм і правил скидання стічних вод у річки й інші водойми;

- обладнання системи повторного використання води на місцях мийки машин, складах;

- своєчасне й ретельне виконання заходів з паливопопереджувального обслуговування та режиму водопровідних і каналізаційних мереж і споруд.



**Контрольні запитання
та завдання**

1. Які є види отруєння?
2. Чим небезпечне отруєння випарами паливно-мастильних матеріалів?
3. Які шляхи потрапляння паливно-мастильних матеріалів до організму людини?
4. Що таке токсичність етилованих бензинів, гасу, дизельного палива й оливи?
5. Що таке самозаймання ПММ? Яка температура самозаймання ПММ?
6. Що таке токсичність відпрацьованих газів?
7. Поділіть хімічні речовини за небезпечністю.
8. Які є правила роботи з небезпечними речовинами?
9. Які є правила роботи з пожежонебезпечними препаратами?
10. Охарактеризуйте правила роботи з догляду за автомобілем.
11. Як слід працювати з лакофарбовими матеріалами та розчинниками?
12. Як треба працювати з клеями?
13. Що потрібно робити при загорянні одягу?
14. Якою має бути перша допомога при опіку?
15. Якою має бути перша допомога при отруєнні?
16. Класифікуйте сучасні автопрепарати щодо впливу їх на навколишнє середовище.

Глава 20

ГУМОТЕХНІЧНІ ДЕТАЛІ МАШИН ТА ІНШІ МАТЕРІАЛИ І ВИРОБИ

§ 20.1

Загальні відомості

Згідно з призначенням гумотехнічні вироби (ГТВ), що застосовуються в конструкції машин, можна поділити на такі основні групи: віброізоляційні (амортизаційні), ущільнювальні шланги, паси та шини.

Ущільнювальні деталі становлять найбільшу групу ГТВ. Вони застосовуються для ущільнення обертових валів, гальмових циліндрів, прорізів вікон і дверей машин, рухомих з'єднань зі зворотно-поступальним переміщенням (кільця, манжети), захисних деталей для різних рухомих з'єднань (наприклад, шарнірів рульової трапеції за допомогою захисних чохлів та ковпаків).

§ 20.2

Віброізоляційні деталі

До віброізоляційної групи деталей належать опори двигуна і коробки передач, кабіни, муфти, що передають крутний момент, буфери відбою, стиску тощо. Основне призначення вібраційних ГТВ — забезпечення захисту від вібрації та швидке гасіння коливань у різних вузлах й агрегатах машин і двигунів. В основному вібраційні ГТВ, які застосовуються в машинах, є гумометалевими, що пов'язано з необхідністю їх механічного кріплення у вузлах та агрегатах.

Вібраційні ГТВ мають забезпечувати такі загальні вимоги:

- тривалу працездатність при різних деформаціях (розтяг, стиск, зсув, кручення, а також одночасно кілька видів деформації — стиск із зсувом, стиск із крученням);
- низькі залишкові деформації, що не перевищують 10 %;
- високу міцність зв'язку гуми з металом.

Для кожної конкретної групи згідно з призначенням вони мають задовольняти специфічні вимоги експлуатації. Наприклад, подушки підвіски двигунів при експлуатації сприймають масу силового агрегата, обмежують його зміщення під час дії, зменшують динамічні навантаження, шум і вібрацію, що передаються через подушки на шасі машин.

Вимоги до віброізоляційних ГТВ найбільшою мірою задовольняє гума на основі натурального каучуку. Вона має високу еластичність, стійкість до тривалих та багаторазових деформацій у широкому діапазоні частот, задовільні демпфувальні властивості.

Останнім часом велике поширення для виготовлення ГТВ дістали синтетичні гуми на основі ізопренового каучуку, які мають трохи менші модульність і стійкість до старіння, ніж натуральні гуми.

Вібраційні деталі залежно від марок гум працездатні при температурі 60...130 °С. Гамма-відсотковий ресурс для віброізоляторів становить 80 %, для втулок гумометалевих шарнірів — 90 %.

§ 20.3 Ущільнювальні деталі

До ущільнювальної групи деталей належать: радіальні ущільнювальні манжети; сальники; ущільнення гальмових систем; гумові та гумоармовані монолітні й губчасті ущільнення; вироби для ущільнення прорізів.

Манжетні радіальні ущільнення використовують для ущільнення переднього і заднього кінців колінчастого вала, вала сошки рульового керування, валів коробки передач, гідропідсилювача керма керування, ведучої шестерні заднього моста, маточини задніх коліс тощо.

Основна вимога до манжетних ущільнень — забезпечення герметичності протягом усього терміну експлуатації.

Умови експлуатації радіальних манжет характеризуються такими даними: швидкість ковзання — до 20 м/с, тиск — до 50 МПа.

Гумові манжети залежно від марок гум, що застосовуються, працездатні в мінеральних оливах, воді, дизельному паливі при тиску 0,5 МПа, швидкості до 20 м/с, температурі $-60... +170\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Гамма-відсотковий ресурс (80...95 %) залежно від марок гум лежить у межах 120...170 тис. км пробігу автомобіля. Передчасний вихід їх із ладу пов'язаний з підвищенням температури в зоні тертя, а також корозією вала під дією різних зовнішніх чинників.

Ущільнення гальмової системи (гідрогальмівні манжети) встановлюють у вузлах тертя, що забезпечують керування машин і безпеку їх експлуатації. Залежно від умов експлуатації розрізняють різні конструкції таких манжет: чашкові, комірчасті комбіновані кільця круглого та прямокутного перерізів.

Гумові ущільнювальні й захисні деталі для пересувних з'єднань гідропривода гальмової системи та вузлів зчеплення призначені для роботи в контакті з гальмовою рідиною при тиску до 14,7 МПа, а також для захисту вузлів від потрапляння пилу і вологи. Їх виготовляють з оливостійкої гуми, вони працездатні при температурі $-60... +200\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Гумові ущільнювальні та гумоармовані монолітні й губчасті деталі застосовують для ізоляції простору салону та кабіни машини від впливу навколишнього середовища і збереження в ньому потрібного мікроклімату. Вони призначені для роботи в середовищі повітря при температурі $-60... +80\text{ }^{\circ}\text{C}$ (губчасті) та $-60... +100\text{ }^{\circ}\text{C}$ (монолітні).

Умовні позначення ущільнень: Г — губчасті; О — озоностійкі; Ф — формові; Т — трубчастого перерізу; М — морозостійкі; П — із протистарителями, що не вицвітають; Пл — вирубні з пластин. Далі записується цифра, яка відповідає середній густині гуми.

Конструкції та розміри ущільнень залежать від конфігурації ущільнювального зазору. Гума цих виробів має бути тривало стійкою до агресивних атмосферних діянь при експлуатації машин у всіх кліматичних зонах. Гамма-відсотковий термін служби залежно від марки гуми становить: для монолітних ущільнювачів — від 3,5 до 8,6 року, а для губчастих — від 1 до 6 років. Цього явно не-

достатньо. Гамма-відсотковий термін служби їх має бути не меншим від гамма-відсоткового терміну служби машини.

§ 20.4 Шланги і рукавні вироби

Шланги застосовуються як гнучкі трубопроводи, забезпечуючи транспортування рідких середовищ (палива, оливи тощо) до вузлів різних систем машин.

До шлангів ставляться дуже високі вимоги. При тривалій експлуатації під тиском, підвищеній температурі, дії агресивних середовищ вони мають зберігати міцність, герметичність, гнучкість, тривалий час протистояти дії навколишнього середовища, чинити опір зовнішнім механічним навантаженням, зберігати сталість розмірів.

У машинах і двигунах застосовуються армовані бавовняними та синтетичними волокнами шланги прокладної, а також обплітальної конструкції для роботи в середовищі палива, гальмових рідин, води й антифризу.

Особливі вимоги ставляться до *гальмових шлангів*, оскільки від їхньої надійності та працездатності залежать надійність роботи гальмової системи машини і, як наслідок, безпека.

Гнуті радіаторні шланги з внутрішнім діаметром до 30 мм, які застосовуються для подавання охолодної рідини під тиском до 0,2 МПа, мають бути герметичними при залишковому тиску 0,45 МПа. При внутрішньому діаметрі понад 30 мм вони мають витримувати тиск 0,35 МПа. Кінці шлангів мусять витримувати розтяг у радіальному напрямі до 10 % внутрішнього діаметра.

Рукавні вироби мають внутрішній та зовнішній гумові шари й один або кілька армованих шарів.

Неармовані гумові рукави з нитяним підсиленням застосовуються як гнучкі трубопроводи для подавання під тиском повітря інертних газів і рідин, вони працездатні при температурі $-60... +90$ °С та тиску 0,098...0,98 МПа. Кінці рукавів мають витримувати розтяг у радіальному напрямі в межах 1,5...3 мм залежно від внутрішнього діаметра.

Рукави мають бути герметичними при тиску $2P$ (де P — робочий тиск).

Гумові напірні рукави прокладної конструкції призначені для подавання води, антифризів, повітря, рідкого палива на нафтовій основі при температурі $-60... +100$ °С і максимальному тиску 0,15...1,3 МПа. Вони мають бути герметичними при тиску 1,25Р (де Р — робочий тиск). Кінці рукавів мусять витримувати розтяг у радіальному напрямі залежно від внутрішнього діаметра в межах 2,5...6 %.

Гнучкі рукави з наконечником гідравлічного приводу гальма та зчеплення, що застосовуються при температурі $-50... +70$ °С, випускаються двох типів.

Перший тип — для гідрогальмової системи, яка працює при тиску 14,7 МПа; рукави мають бути герметичними при тиску 19,6 + 0,2 МПа і витримувати зусилля 1784 Н.

Другий тип — для зчеплення, що працює при тиску до 6,8 МПа; рукави мають бути герметичними при тиску 9,8 + 0,2 МПа та витримувати тиск 1472 Н.

Гамма-відсотковий ресурс їх (при $\gamma = 0,95$) має дорівнювати гамма-відсотковому ресурсу машини або вузла.

Головною гарантією працездатності гумових рукавів і шлангів є суворе використання їх за призначенням та дотримання вимог до їх монтажу (табл. 20.1).

Таблиця 20.1
Рекомендації щодо монтажу рукавів

Рукави	Внутрішній діаметр, мм	Допустимий радіус згину, см
Гумові напірні з нитяним підсиленням (ГОСТ 10362—76)	25	8
	25...50	10
	50...63	15
	63...100	20
Гумові напірні прокладної конструкції	4...8	4
	10	6
	12...30	12
	32...50	15
	54...76	20

Примітка. Допустимий радіальний розтяг рукавів, що випускаються, нормується в межах 1,5...3,0 мм залежно від внутрішнього діаметра рукава, а рукавів, які випускаються за ГОСТ 38.05.325—83, — в межах 6...20 %. Чим більший внутрішній діаметр рукава, тим більший допустимий розтяг.

§ 20.5 Клиноподібні паси трапецієдного перерізу

Вентиляторні клиноподібні паси трапецієдного перерізу, призначені для передачі обертового руху від вала двигуна до робочих агрегатів машини, випускаються тільки кордошнурової конструкції з використанням головним чином анідних, а також поліефірних кордошнурів.

У конструкціях клиноподібних пасів гуми застосовуються в шарі розтягу та стиску, розташованих відповідно під і над несучим шаром. Для виготовлення пасів використовують гумові суміші на основі хлоропренового каучуку, які забезпечують їх працездатність в інтервалі температури $-40... +80$ °С. Крім того, гумові суміші мають забезпечувати поперечну жорсткість та гнучкість пасів.

Клиноподібні паси, що випускаються для двигунів машин (привода вентилятора, генератора і компресора), позначаються двома цифрами. Наприклад: $8,5 \times 8$; 14×13 , де перші цифри означають розрахункову ширину пасу B_p , а другі — його висоту h (рис. 20.1). Найбільша ширина основи пасу позначається B_o (табл. 20.2). Типи пасів для БДМ та інших машин наведено в табл. 20.3.

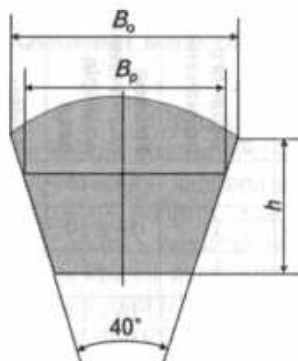


Рис. 20.1
Роздіри клиноподібного пасу в перерізі

Таблиця 20.2

Типи клиноподібних пасів та їхні розміри

Номер умовного позначення паса	Умовне позначення розмірів паса	Розміри паса в перерізі, мм		
		B_o	B_p	h
1	19 × 12,5	21	19	12,5
2	14 × 13	17	14	13
3	16 × 11	18	16	11
4	11 × 10	13	11	10
5	12,5 × 9	15	12,5	9
6	8,5 × 8	10,5	8,5	8

Примітка. Номери умовних позначень використовуються при визначенні натягу пасів за допомогою діагностичного пристрою КИ-13918 в умовах експлуатації машин.

Таблиця 20.3

Типи пасів, що застосовуються у двигунах

Марка двигуна	Типи пасів					
	вентилятора		компресора		генератора	
	Умовне позначення розмірів паса	Номер умовного позначення	Умовне позначення розмірів паса	Номер умовного позначення	Умовне позначення розмірів паса	Номер умовного позначення
ЯМЗ-240Б	14 × 10	2	14 × 10	2	—	—
ЯМЗ-238НБ	19 × 12,5	1	14 × 10	2	11 × 10	—
СМД-60	19 × 12,5	1	—	—	8,5 × 10	6
СМД-62 СМД-64	19 × 12,5	1	16 × 11	3	8,5 × 8	6
Д-160, Д-130 Д-108	16 × 11	3	—	—	12,5 × 9	5

Закінчення табл. 20.3

Марка двигуна	Типи пасів					
	вентилятора		компресора		генератора	
	Умовне позначення розмірів паса	Номер умовного позначення	Умовне позначення розмірів паса	Номер умовного позначення	Умовне позначення розмірів паса	Номер умовного позначення
Д-01М Д-011МЛ	14 × 10	2	—	—	—	—
СМД-14А СМД-14К СМД-15К СМД-15КД	19 × 12,5	1	—	—	—	—
Д-240, Д-240Л	11 × 40	4	—	—	—	—
Д-37Е Д-37М Д-21 Д-16 Д-144	8,5 × 8	6	—	—	—	—

§ 20.6 Оббивні матеріали

Оббивні матеріали призначені для виготовлення та ремонту крісел машин і салонів автомобілів.

До основних вимог, які мають задовольняти оббивні матеріали, належать механічна міцність на розрив, еластичність, тепло- та звукоізоляція. Крім того, вони мають вичищатися від пилу й інших забруднень. Оббивка подушок і крісел легкових машин та автобусів має дозволяти оброблення їх дезінфекційними розчинниками. Оббивні матеріали застосовуються для виготовлення і ремонту кабін, на них можуть діяти нафтопродукти чи їхні пари. При цьому зміна стійкості їх до дії нафтопродуктів також характеризує їхню якість. Важливо, щоб оббивні матеріали допускали можливість їх ремонту, в тому числі

склеюванням. Для цього використовують різні текстильні матеріали, замітники шкіри, гуму та інші матеріали. Тканинні матеріали, як пражило, покривають полімерами і синтетичними плівками.

§ 20.7 Ізоляційні матеріали

До ізоляційних належать матеріали, що не пропускають електричний струм. Вони застосовуються як ізоляція при ремонті електрообладнання машини.

До ізоляційних матеріалів ставляться такі вимоги: вологостійкість, механічна стійкість, висока теплостійкість. Як ізоляційні матеріали використовують слюду, ізоляційний папір, ізоляційну пасту, азбест, ебоніт, карбоніт, текстоліт, бакеліт та ізоляційні лаки.

Слюда має високі електроізоляційні властивості, витримує високі температури (до 500 °С). Вона застосовується як діелектрик у конденсаторах, колекторах електрогенераторів, стартерах й електронагрівальних приладах.

Ізоляційний папір виготовляють із дерев'яної маси з обробленням її содою і фосфатом натрію.

Ізоляційні лаки (№ 458, 460, 447, 13, 1154) — це суміші асфальту чи бітуму, рослинної олії, органічного розчинника та сикативу. Їх застосовують для ізоляції обмоток полюсних котушок генераторів і стартерів, а також для захисту електродвигунів від вологи та нафтопродуктів.



Контрольні запитання та завдання

1. Що таке віброізоляційні деталі?
2. Що таке ущільнювальні деталі, які їх різновиди та позначення?
3. Що таке шланги і рукави та які вимоги до них?
4. Які основні вимоги до монтажу рукавів?
5. Як маркуються та позначаються розміри пасів?
6. Які вимоги до оббивних матеріалів?
7. Які електроізоляційні матеріали є основними та де вони застосовуються?

ДОДАТКИ



Переведення літрів бензину в кілограми

Літри	Густина, г/см ³									
	0,700	0,710	0,720	0,730	0,740	0,750	0,760	0,770	0,780	0,790
	Кілограми									
1	0,700	0,710	0,720	0,730	0,740	0,750	0,760	0,770	0,780	0,790
2	1,400	1,420	1,440	1,460	1,480	1,500	1,520	1,540	1,560	1,580
4	2,800	2,840	2,880	2,920	2,960	3,000	3,040	3,080	3,120	3,160
6	4,200	4,260	4,320	4,380	4,440	4,500	4,560	4,620	4,680	4,740
8	5,600	5,680	5,760	5,840	5,920	6,000	6,080	6,160	6,240	6,320
10	7,000	7,100	7,200	7,300	7,400	7,500	7,600	7,700	7,800	7,900
20	14,000	14,200	14,400	14,600	14,800	15,000	15,200	15,400	15,600	15,800
30	21,000	21,300	21,600	21,900	22,200	22,500	22,800	23,100	23,400	23,700
40	28,000	28,400	28,800	29,200	29,600	32,000	30,400	30,800	31,200	31,600
50	35,000	35,500	36,000	36,500	37,000	37,500	38,000	38,500	39,000	39,500
60	42,000	42,600	43,200	43,800	44,400	45,000	45,600	46,200	46,800	47,400
70	49,000	49,700	50,400	51,100	51,800	54,500	53,200	53,900	54,600	55,300
80	56,000	56,800	57,600	58,400	59,200	60,000	60,800	61,600	62,400	63,200
90	63,000	63,900	64,800	65,700	66,600	67,500	68,400	69,300	70,200	71,100
100	70,000	71,000	72,000	73,000	74,000	75,000	76,000	77,000	78,000	79,000

**Переведення умовної в'язкості (E) в кінематичну (ν)
та універсальні секунди Сейболта (SSU)**

ν , мм ² /с	E	SSU, 130 °F	ν , мм ² /с	E	SSU, 130 °F
2,0	1,119	32,66	95,0	12,51	439,7
4,0	1,307	39,17	100	13,17	462,9
6,0	1,479	45,59	105	13,83	486,1
8,0	1,651	52,10	110	14,48	509,2
10,0	1,831	58,91	115	15,14	532,3
12,0	2,020	66,03	125	16,45	578,7
13,0	2,118	69,73	130	17,11	601,8
14,0	2,218	73,54	135	17,77	624,8
15,0	2,32	77,35	140	18,43	648,1
16,0	2,43	81,25	145	19,08	671,2
17,0	2,53	85,26	150	19,74	694,4
18,0	2,64	89,37	155	20,40	717,5
19,0	2,75	93,48	160	21,06	740,6
20,0	2,87	97,69	165	21,71	763,8
22,0	3,10	106,2	170	22,37	786,9
24,0	3,34	114,8	175	23,03	810,2
26,0	3,58	123,5	180	23,69	833,3
28,0	3,82	132,4	185	24,35	856,4
30,0	4,07	141,2	190	25,00	879,5
32,0	4,32	150,0	200	26,3	925,8
34,0	4,57	159,0	210	27,6	972,0
38,0	5,08	177,0	230	30,3	1064,7
40,0	5,33	186,0	240	31,6	1111,0
42,5	5,66	197,4	250	32,9	1157,3
45,0	5,98	208,3	260	34,2	1203,5
47,5	6,30	220,3	270	35,5	1249,8
50,0	6,62	231,8	280	36,8	1296,1
52,5	6,95	243,4	290	38,2	1342,4
55,0	7,28	254,9	300	39,4	1388,7
57,5	7,60	266,4	320	42,1	1481,3
60,0	7,93	277,9	340	44,7	1573,8
65,0	8,58	301,0	360	47,4	1666,4
70,0	9,23	324,0	380	50,0	1759,0
75,0	9,89	347,1	400	52,6	1852,0
80,0	10,54	370,3	450	59,2	2083
85,0	11,20	393,4	500	65,8	2315
90,0	11,86	416,6	1000	131,6	4629

Норми витрати дизельного палива, оливи і мастил на роботу будівельних машин

Землеробні машини

Найменування груп машин	Марка (модель) машини	Норма витрати палива		Норма витрати, кг/маш.-год		
		кг/маш.-год	л/маш.-год	моторних оливи	трансмісійних оливи	мастил
Експаватори одноковшові з місткістю ковша, м ³ (включно), до:						
0,1	БОРЭКС-1104, БОРЭКС-1105, БОРЭКС-1201, БОРЭКС-1203, БОРЭКС-1204, БОРЭКС-2105, АТЕК-711	3,0	3,6	0,153	0,030	0,012
0,28	ЭО-269Д	4,2	5,1	0,214	0,042	0,017
	ЭО-2621, ЭО-2621А, ЭО-2621В, ЭО-2621Д, ЭО-2623, АТЕК-2624, ЭО-2625, БОРЭКС-2101, БОРЭКС-2103	4,4	5,3	0,224	0,044	0,018
	БОРЭКС-2201, БОРЭКС-2203, БОРЭКС-2628, АТЕК-999	4,5	5,4	0,230	0,045	0,018
	ЭО-2629	6,0	7,3	0,306	0,060	0,024

0,4	Э-302, Э-302А	3,8	4,6	0,194	0,038	0,015
	Э-302Б, Э-302БС, ЭО-3311, ЭО-3311Б, ЭО-3311В, ЭО-3311Г	4,1	5,0	0,209	0,041	0,017
	ЭО-3311Д	4,4	5,3	0,224	0,044	0,018
	Э-303, Э-303А, Э-304, Э-304А	3,8	4,6	0,194	0,038	0,015
	Э-303Б, Э-304Б, Э-304Г, ЭО-3111, ЭО-3111Б, ЭО-3111Г, Э-3211Б, Э-3211Г	4,0	4,8	0,204	0,040	0,016
	Э-305, Э-305А, Э-305Б, Э-305В, Э-305Л	5,7	6,9	0,291	0,057	0,023
	ЭО-3322, ЭО-3322А, ЭО-3322Б, ЭО-3322В, ЭО-3323, ЭО-3323А, ЭО-3326	5,9	7,1	0,301	0,059	0,024
	АТЕК-851	7,9	9,6	0,403	0,079	0,032
	Э-5015, Э-501 5А	6,0	7,3	0,306	0,060	0,024
	Э-652, Э-652А, Э-652Б, Э-652В	7,4	9,0	0,378	0,074	0,030
0,65	ЭО-4111, ЭО-4112, ЭО-4118Б, ЭО-4121, ЭО-4121А, ЭО-4124, ЭО-4125, ЭО-4125А, ЭО-4224, АТЕК-731	9,9	12,0	0,505	0,099	0,040

Найменування груп машин	Марка (модель) машини	Норма витрати палива		Норма витрати, кг/маш.-год		
		кг/маш.-год	л/маш.-год	моторних олиव	трансмісійних олив	мастил
1,0	КМ-601, КМ-602, КМ-602А (Польща)	7,0	8,5	0,357	0,070	0,028
	КМ-606 (Польща)	8,5	10,3	0,434	0,085	0,034
	Э-10011, Э-1001 1А, Э-10011АС, Э-10011Б, Э-10011Д, Э-10011Е, ЭО-5111, ЭО-5111АС, Э-5111ЕКЛ, ЭО-5115, АТЕК-761, МТП-71	8,2	9,9	0,418	0,082	0,033
	ЭО-4322, АТЕК-881	12,8	15,5	0,653	0,128	0,051
1,6	Э-1252, Э-1252Б, Э-1252БС, Э-1254	11,6	14,0	0,592	0,116	0,464
	АТЕК-781	13,4	16,2	0,683	0,134	0,055
	ЭО-5122, ЭО-5122А, ЭО-5123, ЭО-5124, ЭО-5221	14,7	17,8	0,750	0,147	0,059
	НД-1500 ("Като", Японія)	16,5	20,0	0,842	0,165	0,066
Бульдозери на тракторах класу тяги, т:						
1,4	ДЗ-4 (Д-159)	5,0	6,1	0,255	0,025	0,005

1,4	ДЗ-15 (Д-444А)	4,7	5,7	0,240	0,024	0,05
	ДЗ-37 (Д-579)	4,1	5,0	0,209	0,021	0,04
3	ДЗ-29 (Д-535), ДЗ-42 (Д-606), ДЗ-42Г-1, Д-646	6,5	7,8	0,332	0,033	0,04
	ДЗ-43 (Д-607), ДЗ-162	6,0	7,3	0,306	0,030	0,006
4	ДЗ-101, ДЗ-101-1, ДЗ-101А, ДЗ-104, ДЗ-130	10,0	12,1	0,510	0,050	0,010
	Д-149, Д-157, Д-259А, Д-315	7,0	8,5	0,357	0,035	0,007
10	ДЗ-8 (Д-271), Д-271А, Д-271М, Д-271К, ДЗ-17 (Д-492А), ДЗ-18 (Д-493А), ДЗ-18А (Д-493Б), ДЗ-19 (Д-494А), ДЗ-53 (Д-686), ДЗ-53С (Д-686С), ДЗ-54 (Д-687), ДЗ-54С (Д-687С), ДЗ-513, ДЗ-530, Д-695	7,3	8,8	0,373	0,037	0,007
	ДЗ-606	7,8	9,5	0,398	0,039	0,008
	ДЗ-27 (Д-532), ДЗ-28 (Д-533), ДЗ-109ХЛ, ДЗ-110А, ДЗ-110ХЛ, ДЗ-116, ДЗ-116Л, ДЗ-116Х, ДЗ-116ХЛ, ДЗ-117 с лв. Д-130	10,3	12,5	0,526	0,052	0,011

Найменування груп машин	Марка (модель) машини	Норма витрати палива		Норма витрати, кг/маш.-год		
		кг/маш.-год	л/маш.-год	моторних оли	трансмісійних оли	мастил
15	ДЗ-9 (Д-275), ДЗ-9А (Д-275А), ДЗ-24 (Д-521), ДЗ-24А (Д-521А), ДЗ-25, ДЗ-35 (Д-575), ДЗ-35А (Д-575А), ДЗ-35С (Д-575С), ДЗ-578, ДЗ-171	10,5	12,6	0,536	0,053	0,011
	Д-572А, ДЗ-34 (Д-572), ДЗ-34С (Д-572С), ДЗ-1 18, Д-384, ДЗ-384А, Д-652	20,2	24,5	1,03	0,101	0,020
25	ДЗ-94, ДЗ-95, ДЗ-132, ДЗ-158-ДП-34	22,0	26,6	1,122	0,110	0,022
	ДЗ-59	24,0	28,9	1,224	0,120	0,024
35	ДЗ-94С, ДЗ-94С-1	30,8	37,3	1,571	0,154	0,031
	ДЗ-129ХЛ, ДЗ-1 41 ХЛ	32,6	39,5	1,663	0,163	0,033
75	ДЗ-1 59ХЛ, ДЗ-1 59-ДП-35	50,1	60,7	2,556	0,251	0,050

Підйомно-транспортні машини

Найменування груп машин	Марка (модель) машин	Марка базової машини	Норма витрати палива		Норма витрати, кг/маш.-год		
			на роботу обладнання, л/маш.-год	на пробіг базової машини, л/100 км	моторних олів	трансмісійних олів	мастил
Крани автомобільні вантажопідйомністю, т (включно) до:							
	6,3	КС-2652(К-64)	6,5	31,0	0,325	0,065	0,020
		КС-2563(К-67)	6,5	30,5	0,325	0,065	0,020
		АБКС-6	6,5	31,0	0,325	0,065	0,020
10		КС-3561	7,2	33,0	0,360	0,072	0,022
		КС-3562	—	33,00	0,360	0,072	0,022
		КС-3562А	7,2	33,0	0,360	0,072	0,022

Найменування груп машин	Марка (модель) машин	Марка базової машини	Норма витрати палива		Норма витрати, кг/маш.-год		
			на роботу обладнання, л/маш.-год	на пробіг базової машини, л/100 км	моторних олів	трансмісійних олів	мастил
	КС-3562Б	МАЗ-500А	7,2	33,0	0,360	0,072	0,022
	КС-3562В	МАЗ-5334	7,2	33,0	0,360	0,072	0,022
	КС-3562Д	МАЗ-500А	7,2	33,0	0,360	0,072	0,022
	КС-3563	МАЗ-5334	7,2	33,0	0,360	0,072	0,022
	МКА-10Г	МАЗ-500	7,2	33,0	0,360	0,072	0,022
	МКА-10М	МАЗ-500	7,2	34,0	0,360	0,072	0,022
	СМК-10	МАЗ-500	7,2	34,0	0,360	0,072	0,022
	СМК-101	МАЗ-5334	7,2	33,0	0,360	0,072	0,022
	МКАС-10М	МАЗ-5334	7,2	33,0	0,360	0,072	0,022

	КС-3571	МА3-500А	7,2	33,0	0,360	0,072	0,022
	КС-3571	МА3-5334	7,2	33,0	0,360	0,072	0,022
	КС-3571А	КрА3-257	7,2	56,0	0,360	0,072	0,022
	КС-3575	КрА3-257	8,8	56,0	0,440	0,088	0,027
	КС-3575А	КамА3-740	8,8	33,0	0,440	0,088	0,027
	КС-3575А	ЗИЛ-133ГЯ	8,8	33,0	0,440	0,088	0,027
	КС-3577	МА3-5334	7,2	33,0	0,360	0,072	0,022
	КС-3577-3	МА3-5337	7,2	33,0	0,360	0,072	0,022
16	КС-4561 (К-162С)	КрА3-257	8,8	56,0	0,360	0,072	0,022
	КС-4561А	КрА3-250	8,8	56,0	0,440	0,088	0,027
	КС-4561АМ	КрА3-250	8,8	56,0	0,440	0,088	0,027
	КС-4561С	КрА3-250	8,8	56,0	0,440	0,088	0,027

Найменування груп машин	Марка (модель) машин	Марка базової машини	Норма витрати палива		Норма витрати, кг/маш.-год		
			на роботу обладнання, л/маш.-год	на пробіг базової машини, л/100 км	моторних оли	трансмісійних оли	мастил
	КС-4562	Кра3-250	8,8	56,0	0,440	0,088	0,027
	КС-4571	Кра3-257	8,4	52,0	0,420	0,084	0,026
	КС-4571-1	Кра3-250	8,4	52,0	0,420	0,084	0,026
	КС-4571А	МА3-5337	8,8	33,0	0,440	0,088	0,027
	КС-4572	КамА3-53213	8,8	31,0	0,440	0,088	0,027
	КС-4573	Кра3-250	8,8	56,0	0,440	0,088	0,027
	КС-4574	Кра3-65101	8,8	57,0	0,044	0,088	0,027
	МКА-16	Кра3-257	8,8	57,0	0,440	0,088	0,027
	АТЕК-014А	Кра3-65101	8,8	57,0	0,440	0,088	0,027

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Васильева В. С. Автомобильные эксплуатационные материалы. — М.: Транспорт, 1986. — 279 с.

Говорущенко Н. Я. Экономия топлива и снижение токсичности на автомобильном транспорте. — М.: Транспорт, 1990. — 135 с.

Колосюк Д. С. Використання та економія матеріалів і ресурсів на автомобільному транспорті. — К.: Вища шк., 1992. — 206 с.

Павлов В. П., Заскалько П. П. Автомобильные эксплуатационные материалы. — М.: Транспорт, 1982. — 208 с.

Полянский С. К. Эксплуатация строительных машин. — К.: Вища шк., 1986. — 304 с.

Полянський С. К., Коваленко В. М. Експлуатаційні матеріали. — К.: Либідь, 2003. — 446 с.

Покровский Г. П. Топливо, смазочные материалы и охлаждающие жидкости. — М.: Машиностроение, 1985. — 200 с.

Киселев М. М. Топливно-смазочные материалы для строительных машин: Справочник. — М.: Стройиздат, 1988. — 271 с.

Химики автолюбителям: Справочник / Б. Б. Бобович, Г. В. Бровка, Б. М. Бунаков и др.; под ред. А. Я. Малкина. — 2-е изд., испр. — Л.: Химия, 1991. — 320 с.

ЗМІСТ

Вступ.....	3
------------	---

ГЛАВА 1

Загальні відомості про нафту і нафтопродукти.....

§ 1.1. Коротко про енергоносії.....	6
§ 1.2. Хімічний склад нафти й властивості нафтопродуктів.....	10
§ 1.3. Основні властивості й показники якості паливно-мастильних матеріалів.....	14
§ 1.4. Сучасні методи вироблення палив та олив.....	17
§ 1.5. Скорочено про хіммотологію.....	23

ГЛАВА 2

Хіммотологія бензинів.....

§ 2.1. Основні характеристики й властивості бензинів.....	27
§ 2.2. Сумішоутворювальні властивості.....	30
§ 2.3. Властивості бензинів, що забезпечують пуск і роботу двигуна.....	31
§ 2.4. Низькотемпературні властивості бензину.....	33
§ 2.5. Властивості бензинів, що забезпечують повне згорання палива.....	34

§ 2.6. Антidetонаційні властивості палива	36
§ 2.7. Корозія й утворення шкідливих відкладень у двигуні	40
§ 2.8. Визначення експлуатаційних властивостей бензинів	44
§ 2.9. Асортимент, основні показники якості та склад вітчизняних товарних бензинів	45
§ 2.10. Визначення придатності бензину до застосування	55
§ 2.11. Асортимент зарубіжних автомобільних бензинів	59

ГЛАВА 3

Хімотологія дизельних палив	64
§ 3.1. Загальні властивості.	64
§ 3.2. Показники властивостей дизельного палива, що впливають на його подачу та сумішоутворення.	69
§ 3.3. Згоряння палива та оцінювання його самозаймання	73
§ 3.4. Корозійний вплив дизельного палива на метали	78
§ 3.5. Вплив властивостей дизельного палива на утворення відкладень у двигуні та нагароутворення	79
§ 3.6. Вплив води та механічних домішок	81
§ 3.7. Асортимент, основні показники якості та склад вітчизняних дизельних палив	84
§ 3.8. Асортимент зарубіжних дизельних палив.	90

ГЛАВА 4

Хімотологія газоподібного палива	97
§ 4.1. Загальні відомості	97
§ 4.2. Перевага газоподібного палива	97
§ 4.3. Класифікація і застосування газоподібного палива	99
§ 4.4. Стиснені природні гази	100
§ 4.5. Зріджені гази	104
§ 4.6. Особливості застосування газоподібного палива	110

ГЛАВА 5

Перспективні види альтернативних палив і можливості їх використання.	112
§ 5.1. Загальні відомості	112
§ 5.2. Палива з вугілля та синтетичні палива.	112
§ 5.3. Метанол і етанол	113
§ 5.4. Метилтретиннобутиловий ефір.	116
§ 5.5. Газові конденсати	118
§ 5.6. Водень.	119
§ 5.7. Вода як домішка до палива	122
§ 5.8. Сфера застосування перспективних видів палив	124

ГЛАВА 6

Хімотологія моторних олив	126
§ 6.1. Загальні відомості	126
§ 6.2. Основні вимоги до якості олив	127
§ 6.3. Склад і добування олив	128
§ 6.4. Властивості олив	132
§ 6.5. Присадки до олив	141
§ 6.6. Фактори, що впливають на зміну якості олив	145
§ 6.7. Способи зниження витрат моторних олив	150
§ 6.8. Асортимент вітчизняних моторних олив та їх застосування . . .	151
§ 6.9. Класифікація та маркування зарубіжних моторних олив	170

ГЛАВА 7

Хімотологія трансмісійних олив	180
§ 7.1. Призначення, умови роботи й основні властивості	180
§ 7.2. Класифікація, асортимент і застосування.	184
§ 7.3. Класифікація й асортимент зарубіжних трансмісійних олив.	194

ГЛАВА 8

Спеціальні рідини	200
§ 8.1. Робочі рідини для машин з об'ємним гідравлічним приводом	200
§ 8.2. Робочі рідини для гідромеханічних передач	208
§ 8.3. Рідини для рульового керування автомобілів і бульдозерів. . . .	212
§ 8.4. Гальмові рідини	212
§ 8.5. Рідини для амортизаторів.	215
§ 8.6. Синтетичні оливи	217
§ 8.7. Пускові рідини	220
§ 8.8. Рідини для промивання	221
§ 8.9. Охолодні рідини	222

ГЛАВА 9

Хімотологія мастил	227
§ 9.1. Загальні відомості	227
§ 9.2. Основні експлуатаційні властивості	228
§ 9.3. Класифікація та маркування мастил	230
§ 9.4. Характеристика та сфера використання мастил	236

ГЛАВА 10

Засоби захисту від корозії	250
§ 10.1. Корозія машин у процесі їх експлуатації та зберігання й методи захисту від неї.	250
§ 10.2. Рідкі консерваційні матеріали	255
§ 10.3. Консерваційні мастила	258
§ 10.4. Плівкотвірні сполуки	260
§ 10.5. Матеріали для захисту кузовів легкових автомобілів.	262
§ 10.6. Захисні фарбові засоби.	266
§ 10.7. Матеріали для зберігання машин	267

ГЛАВА 11

Втрати паливно-мастильних матеріалів під час їх використання	271
§ 11.1. Зміни якості нафтопродуктів у процесі зберігання, заправлення й застосування	271
§ 11.2. Вплив умісту води в паливно-мастильних матеріалах на їхню якість	275
§ 11.3. Вплив забруднення паливно-мастильних матеріалів на їхню якість	277
§ 11.4. Вплив забруднення робочої рідини на її якість	282
§ 11.5. Втрати палива в процесі зберігання	285
§ 11.6. Втрати палива під час заправлення	289
§ 11.7. Засоби боротьби з втратами палива	291
§ 11.8. Втрати оливи в процесі її використання	292
§ 11.9. Втрати мастил	293
§ 11.10. Вплив конструктивних та експлуатаційних факторів на витрату ПММ автомобілями	294

ГЛАВА 12

Інженерне забезпечення зберігання, перекачування, видавання й транспортування ПММ і робочих рідин	301
§ 12.1. Засоби для зберігання ПММ у господарствах	301
§ 12.2. Технологічне обладнання для перекачування ПММ у невеликих обсягах	303
§ 12.3. Технологічне обладнання для очищення й видавання ПММ різними партіями	306
§ 12.4. Паливопроводи й арматура	308
§ 12.5. Паливо- й оливороздавальні колонки	310
§ 12.6. Обладнання для заправлення й мащення	312
§ 12.7. Автомобільні цистерни	315
§ 12.8. Механізовані заправні агрегати	318
§ 12.9. Контрольно-вимірювальні прилади	319

§ 12.10. Обладнання для очищення робочих рідин для машин із гідроприводом	322
---	-----

ГЛАВА 13

Нормування витрати, облік та економія паливно-мастильних матеріалів 324

§ 13.1. Загальні положення	324
§ 13.2. Методи розрахунку індивідуальних норм витрати палива для експлуатації будівельно-дорожніх машин	325
§ 13.3. Норми витрати ПММ для автотранспорту	328
§ 13.4. Способи й засоби вимірювань кількості палива та олив	332
§ 13.5. Організація обліку, раціональне використання й економна витрата ПММ	336
§ 13.6. Експлуатація складів ПММ	339
§ 13.7. Організація збирання відпрацьованих нафтопродуктів	345
§ 13.8. Відновлення якості нафтопродуктів	347

ГЛАВА 14

Контроль та оцінка якості нафтопродуктів 355

§ 14.1. Загальні відомості	355
§ 14.2. Відбір проб для контролю якості ПММ	357
§ 14.3. Методи контролю якості ПММ та застосовуване обладнання	361
§ 14.4. Оцінювання якості палив	363
§ 14.5. Визначення основних властивостей ПММ	367

ГЛАВА 15

Визначення основних показників якості паливно-мастильних матеріалів 379

§ 15.1. Визначення октанового числа	379
§ 15.2. Встановлення марки бензину	381
§ 15.3. Визначення марки дизельного палива	383

§ 15.4. Оцінка якості нафтопродуктів експрес-лабораторією «Элан»	385
§ 15.5. Визначення якості моторної оливи	387
§ 15.6. Оцінка якості мастил	397
§ 15.7. Оцінювання якості спеціальних рідин	404

ГЛАВА 16

Лакофарбові матеріали	410
§ 16.1. Загальні відомості	410
§ 16.2. Маркування	411
§ 16.3. Характеристика і використання	413
§ 16.4. Допоміжні матеріали	422

ГЛАВА 17

Клеї та герметики	430
§ 17.1. Загальні відомості	430
§ 17.2. Клеї та герметики на основі термореактивних полімерів	431
§ 17.3. Клеї та герметики на основі полімерів і співполімерів полівінілхлориду	433
§ 17.4. Клеї та герметики на основі похідних акрилової кислоти	433
§ 17.5. Клеї та герметики на основі каучуків	435
§ 17.6. Клеї та герметики, що застосовуються у виробництві автомобілів та інших машин	436
§ 17.7. Клеї та герметики, що застосовуються під час ремонту автомобілів	438

ГЛАВА 18

Хімічні засоби для догляду за машинами	443
§ 18.1. Загальні відомості	443
§ 18.2. Класифікація препаратів	444
§ 18.3. Мийні засоби	445

§ 18.4. Очищувальні засоби.	447
§ 18.5. Полірувальні засоби.	450
§ 18.6. Герметизувальні засоби.	451
§ 18.7. Допоміжні засоби.	452

ГЛАВА 19

Техніка безпеки й охорона навколишнього середовища.	456
§ 19.1. Токсичність паливно-мастильних матеріалів.	456
§ 19.2. Пожежонебезпечність палив та олив.	460
§ 19.3. Техніка безпеки під час роботи з хімічними матеріалами.	462
§ 19.4. Техніка безпеки під час роботи з лакофарбовими матеріалами й розчинниками.	465
§ 19.5. Техніка безпеки під час роботи з клеями та герметиками.	466
§ 19.6. Заходи першої допомоги при нещасних випадках.	468
§ 19.7. Охорона навколишнього середовища під час роботи з автопрепаратами.	469

ГЛАВА 20

Гумотехнічні деталі машин та інші матеріали і вироби.	472
§ 20.1. Загальні відомості.	472
§ 20.2. Віброізоляційні деталі.	472
§ 20.3. Ущільнювальні деталі.	473
§ 20.4. Шланги і рукавні вироби.	475
§ 20.5. Клиноподібні паси трапецоїдного перерізу.	477
§ 20.6. Оббивні матеріали.	479
§ 20.7. Ізоляційні матеріали.	480
Додатки.	481
<i>Список рекомендованої літератури.</i>	<i>493</i>

Навчальне видання

Полянський Станіслав Костянтинович
Коваленко Віктор Михайлович

**ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ АВТОМОБІЛІВ
І БУДІВЕЛЬНО-ДОРОЖНІХ МАШИН**

Художній редактор *О. Г. Григiр*
Технічний редактор *Т. О. Шур*
Коректори *А. І. Бараз, Л. Ф. Іванова, А. В. Бородавко*
Комп'ютерна верстка *С. В. Чаплинського, О. В. Новоселі*
Оператори *Л. А. Львовочкіна, О. Б. Вербицька*

Підп. до друку 13.12.05. Формат 60 × 84/16. Папір офсет. № 1. Гарн. Таймс.
Друк офсет. Ум. друк. арк. 29,30. Обл.-вид. арк. 30,00. Вид. № 4126. Зам. 5-221

Видавництво "Либідь"
01004 Київ 4, вул. Пушкінська, 32

Свідцтво про державну реєстрацію № 404 від 06.04.2001 р.

ЗАТ «Книга»
04053 Київ 53, вул. Артема, 25

Свідцтво про внесення до Державного реєстру виготівників
Серія ДК № 2325 від 25.10.2005 р.

Полянський С. К., Коваленко В. М.
П54 Експлуатаційні матеріали для автомобілів і будівельно-
дорожніх машин: Підручник. — К.: Либідь, 2005. — 504 с.
ISBN 966-06-0048-4.

У підручнику систематизовано вітчизняні й зарубіжні дані про паливно-мастильні, лакофарбові матеріали, герметики, а також хімічні засоби догляду за автомобілями та будівельно-дорожніми машинами. Наведено вітчизняні й міжнародні класифікації та позначення палив, олив, мастил і технічних рідин. Розглянуто основні положення з контролю якості нафтопродуктів. Наведено рекомендації щодо раціонального використання й економії палива й олив. Розкрито вплив цих матеріалів на людину та навколишнє середовище.
Для учнів професійно-технічних навчальних закладів.

ББК 39.33-08я722+39.381-06-5я-722



ПРОФЕСІЙНО-
ТЕХНІЧНА
ОСВІТА

