

Міністерство освіти і науки України

Центральноукраїнський національний технічний університет

Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення

Навчальний посібник

під редакцією Чабанного В.Я.

Рекомендовано
Міністерством освіти і науки України
як навчальний посібник для студентів
вищих навчальних закладів

Кропивницький 2022

ОК 005-93; т. 2; 953750
УДК 629.113.002.3.004
ББК 39.33-05.

Авторський колектив: **Чабанний В.Я., Черновол М.І., Солових Є.К., Магопець С.О., Бевз О.В., Солових А.Є., Катеринич С.Є.**

Рецензенти: д.т.н., проф. Кулешков Ю.В., д.т.н., проф. Шепеленко І.В.

В посібнику основна увага приділяється теоретичним і практичним навичкам використання палива, мастильних матеріалів та технічних рідин; вимогам до палива і мастильних матеріалів; відомостям про одержання рідких та газоподібних палив з нафти та з ненафтової сировини; технологічним процесам горіння всіх видів палива та системам забезпечення автотракторної техніки паливо-мастильними матеріалами і технічними рідинами.

ПЕРЕДМОВА

В навчальному посібнику основну увагу приділяється теоретичним основам та практичним навичкам використання палива, мастильних матеріалів та технічних рідин. Широко викладено основні їх фізико-хімічні та експлуатаційні властивості, особливості раціонального, економічного і безпечного застосування.

В посібнику значну увагу приділено вимогам палива і мастильних матеріалів, відомостям про отримання рідин та газоподібних палив з нафти та з нафтової сировини, технологічним процесам горіння всіх видів палива та систем забезпечення автотехнічної техніки паливо-мастильними матеріалами. Освітлені питання техніки безпеки, пожежобезпеки та охорони навколишнього середовища при роботі з паливо-мастильними матеріалами.

За останні роки нагромаджений великий науковий та практичний досвід з виробництва і застосування цих матеріалів, суттєво змінилась їх номенклатура, асортимент і якість. Є великі зміни, що відбулися у створенні нових високоефективних сортів палива, мастильних матеріалів і технічних рідин. Однак досягнення в удосконаленні рівня техніки, продукції нафтопереробної та хімічної промисловостей не спрощують проблеми ефективного використання сучасних експлуатаційних матеріалів. Це відчувають спеціалісти у практичній діяльності. Зокрема їм інколи важко розібратися у термінології, зорієнтуватися в різноманітності марок і властивостей нафтопродуктів, застосовувати на практиці рекомендації у виборі того чи іншого експлуатаційного матеріалу із врахуванням конструктивних особливостей машин і механізмів, їх технічного стану та умов роботи.

Навчальний посібник написано в структурно-логічному зв'язку з дисциплінами, які викладаються для цих спеціальностей. Тому з метою уникнення дублювання їх програмного матеріалу у відповідних місцях дані посилання на інші курси. Вивчення теоретичних основ курсу тісно пов'язано з отриманням практичних навичок на лабораторно-практичних заняттях, технологічної та експлуатаційної практиках та виробничих екскурсіях в АТП, СТО, АЗС і на підприємствах агропромислового комплексу.

Навчальний посібник є результатом узагальнення багаторічного досвіду викладання цієї дисципліни в Кіровоградському національному технічному університеті та інших вузах України, він відображає також сучасні досягнення вітчизняної та закордонної науки і виробничої практики в галузі використання паливо-мастильних матеріалів та технічних рідин для енергетичних засобів сільського господарства, автомобільної і автотракторної техніки.

Розділ 1. ВИКОРИСТАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ПАЛИВА ДЛЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА І АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ.

1.1. Види палив, їх властивості і процеси горіння.

- 1.1.1 Загальна характеристика палива. Класифікація палив.
- 1.1.2 Склад палива.
- 1.1.3 Теплота згорання палива.
- 1.1.4 Тверде паливо.
- 1.1.5 Рідке паливо.
- 1.1.6 Газоподібне паливо.
- 1.1.7 Основи теорії горіння палива.
- 1.1.8 Технологічний процес горіння палива.

1.2. Загальні відомості про одержання рідких та газоподібних палив і масел.

- 1.2.1 Загальні поняття про нафту.
- 1.2.2 Основні способи одержання палив і масел з нафти.
- 1.2.3 Короткі відомості про одержання палив і масел з ненафтової сировини.
- 1.2.4 Способи очищення палив.
- 1.2.5 Способи очищення масел.
- 1.2.6 Загальні показники фізико-хімічних і експлуатаційних властивостей нафтопродуктів.

1.3. Експлуатаційні властивості та використання палив для двигунів з примусовим запаленням.

- 1.3.1 Умови застосування і основні вимоги до бензинів.
- 1.3.2 Сумішеутворюючі властивості бензинів.
- 1.3.3 Нормальне і детонаційне згорання бензину.
- 1.3.4 Вплив конструктивних і експлуатаційних факторів та хімічного складу палива на процес згорання.
- 1.3.5 Оцінка детонаційної стійкості палива і антидетонатори.
- 1.3.6 Стабільність і схильність бензинів до відкладень.
- 1.3.7 Корозійні властивості бензинів.
- 1.3.8 Асортимент бензинів і область їх використання.
- 1.3.9 Закордонні класифікації автомобільних бензинів.

1.4. Палива для дизельних двигунів.

- 1.4.1 Умови застосування і основні вимоги до дизельних палив.
- 1.4.2 Умови згорання палива та забезпечення м'якої роботи двигуна.
- 1.4.3 Прокачувальна здатність і сумішеутворюючі властивості дизельних палив.
- 1.4.4 Оцінка samozаймистості і цетанове число палива.
- 1.4.5 Нагароутворюючі і корозійні властивості палива.
- 1.4.6 Асортимент палив для дизельних двигунів та область їх застосування.
- 1.4.7 Закордонні класифікації дизельних палив.

1.5. Газоподібне паливо.

- 1.5.1 Загальні відомості. Класифікація.
- 1.5.2 Характеристика і асортимент газоподібного палива.
- 1.5.3 Застосування газоподібного палива у ДВЗ.
- 1.5.4 Суть процесу газифікації. Використання генераторного газу.
- 1.5.5 Особливості одержання і використання біогазу.
- 1.5.6 Особливості застосування газоподібного палива у сільському господарстві.
- 1.5.7 Закордонні класифікації газоподібних палив.

Розділ 2. ВИКОРИСТАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА І АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ.

2.1. Загальні відомості про мастильні матеріали.

- 2.1.1 Роль мастильних матеріалів у використанні машин.
- 2.1.2 Аспекти проблеми поняття про тертя та його види.
- 2.1.3 Призначення мастильних матеріалів та вимог, які до них пред'являються.
- 2.1.4 Класифікація мастильних матеріалів.

2.2. Мастильні матеріали та їх властивості.

- 2.2.1 Базові масла і способи їх отримання.
- 2.2.2 Функціональні добавки до масел.
- 2.2.3 В'язкість і в'язкістно-температурні властивості масел.
- 2.2.4 Хімічна стабільність та миючі властивості.
- 2.2.5 Низькотемпературні властивості.
- 2.2.6 Протикорозійні властивості.
- 2.2.7 Вплив вмісту води та механічних домішок на якість палива.
- 2.2.8 Протизносіть та протизадирні властивості масел.
- 2.2.9 Випаровуваність масел.

2.3. Моторні масла.

- 2.3.1 Вимоги, що пред'являються до моторних масел.
- 2.3.2 Склад і умови роботи масел.
- 2.3.3 Класифікація і асортимент моторних масел.
- 2.3.4 Відомості про закордонні масла для автотракторних двигунів.
- 2.3.5 Взаємозамінність масел.
- 2.3.6 Спрацьованість і заміна масел.

2.4. Трансмісійні масла.

- 2.4.1 Умови роботи та вимоги до трансмісійних масел.
- 2.4.2 Основні властивості трансмісійних масел.
- 2.4.3 Класифікація та асортимент трансмісійних масел.
- 2.4.4 Масла для гідромеханічних передач.
- 2.4.5 Закордонні трансмісійні масла.

2.5. Масла для гідравлічних систем.

- 2.5.1 Загальні відомості і властивості.
- 2.5.2 Класифікація і асортимент масел для гідравлічних систем.

2.6. Пластичні мастильні матеріали.

- 2.6.1 Склад, призначення та вимоги для пластичних матеріалів.
- 2.6.2 Методи оцінки основних показників і властивостей мастильних матеріалів.
- 2.6.3 Асортимент мастильних матеріалів.

2.7. Масла іншого призначення.

- 2.7.1 Індустріальні масла.
- 2.7.2 Турбінні масла.
- 2.7.3 Обкаточні масла.
- 2.7.4 Компресорні масла.
- 2.7.5 Масла для компресорів холодильних установок.
- 2.7.6 Електроізоляційні масла.
- 2.7.7 Консерваційні масла.

Розділ 3. ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ТЕХНІЧНИХ РІДИН.

3.1. Рідини для систем охолодження двигунів.

- 3.1.1 Призначення і основні вимоги для охолоджувальних рідин.
- 3.1.2 Використання води в якості охолоджувальної рідини.
- 3.1.3 Низькозамерзаючі охолоджувальні рідини.

3.2. Рідини іншого призначення.

- 3.2.1 Гальмівні рідини.
- 3.2.2 Амортизаційні рідини.

3.3. Спеціальні технічні рідини.

- 3.3.1 Пускові рідини.
- 3.3.2 Рідини для миття скла.
- 3.3.3 Миючі рідини та засоби.
- 3.3.4 Рідини для видалення нагару з поверхонь деталей двигуна.

Розділ 4. СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОТЕХНІЧНОЇ ТЕХНІКИ ПАЛИВО- МАСТИЛЬНИМИ МАТЕРІАЛАМИ.

4.1. Зберігання палив і масел.

- 4.1.1 Склади, бази і станції для зберігання паливо-мастильних матеріалів.
- 4.1.2 Засоби для зберігання ПММ.
- 4.1.3 Приймання і відпускання ПММ із нафтосховищ.
- 4.1.4 Трубопроводи і арматура для зберігання рідких палив і масел.
- 4.1.5 Відстій та фільтрація нафтопродуктів.

4.2. Транспортування паливо-мастильних матеріалів.

- 4.2.1 Водні перевезення ПММ.
- 4.2.2 Залізничні перевезення ПММ.
- 4.2.3 Автомобільні перевезення ПММ.

4.3. Заправка автомобілів і тракторів паливо-мастильними матеріалами.

- 4.3.1 Стационарні засоби заправки.
- 4.3.2 Пересувні засоби заправки.
- 4.3.3 Закордонні засоби заправки.

4.4. Особливості заправки паливом газобалонних автомобілів.

- 4.4.1 Заправка автомобілів зрідженим газом.
- 4.4.2 Заправка автомобілів стиснутим газом.

4.5. Умови змащування і заправки маслами сільськогосподарських машин та автомобілів.

- 4.5.1 Засоби змащування і заправки маслами машин.
- 4.5.2 Централізовані автоматизовані змащувальні системи.

4.6. Кількісний контроль обліку нафтопродуктів.

- 4.6.1 Засоби визначення кількості ПММ.
- 4.6.2 Обладнання і прибори для кількісного контролю ПММ.

4.7. Техніка безпеки, пожежевибухобезпека та охорона навколишнього середовища при роботі з ПММ

- 4.7.1 Вплив палив і мастил на людину.
- 4.7.2 Загальні вимоги з техніки безпеки.
- 4.7.3 Правила пожежевибухобезпечності.
- 4.7.4 Заходи з охорони навколишнього середовища.

Тестові питання з дисципліни «Паливно-мастильні та інші експлуатаційні матеріали»

**ЛІТЕРАТУРА
ДОДАТКИ**

Затверджено на засіданні методсеминара кафедри ЕРМ
Протокол № __ від ____ 2022 р.

Зав. каф. ЕРМ, к.т.н., доц.

Сергій МАГОПЕЦЬ

Розділ 1. ВИКОРИСТАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ПАЛИВА ДЛЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ СІЛЬСЬКО-ГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА І АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ.

1.1. Види палив, їх властивості і процеси горіння.

1.1.1 Загальна характеристика палива. Класифікація.

Паливом називають горючу речовину, яку спеціально спалюють для одержання тепла і подальшого його використання для інших потреб у сільськогосподарському виробництві. Воно повинно мати певні властивості, тобто відповідати таким основним вимогам: порівняно легко займатися; при згоранні виділяти якомога більше теплоти; бути поширеним у природі, доступним при видобуванні та дешевим при виробництві; не змінювати свої властивості при транспортуванні та зберіганні; бути нетоксичним і при згоранні не виділяти шкідливих та отруйних речовин.

Цим вимогам найбільш повно відповідають речовини органічного походження: нафта, природний газ, тверді горючі копалини тощо.

Палива класифікують за такими основними ознаками: агрегатним станом, походженням і способом одержання, тепловою цінністю, цільовим призначенням або застосуванням.

За агрегатним станом всі види палива поділяють на тверді, рідкі і газоподібні.

За походженням палива ділять на нафтові і альтернативні. До альтернативних палив належать спирти, водень і майже всі види штучних вуглеводних палив.

За способом одержання палива бувають природні, які використовують у тому вигляді, в якому вони існують у природі, і штучні, якщо після видобутку їх переробляють.

За тепловою цінністю, тобто тепловою згорання, палива класифікують на висококалорійні, середньо - і низькокалорійні.

За цільовим призначенням паливо розрізняють: паливо для двигунів з

примусовим запалюванням, реактивні і дизельні палива. Для двигунів з примусовим запалюванням відносять бензин і газоподібне паливо. Дизельне паливо виготовляють для швидкохідних двигунів (автомобільних, тракторних тощо), для середньо - і тихохідних двигунів (судових і стаціонарних).

У сільському господарстві застосовують всі види палив: рідке, яке забезпечує роботу сільськогосподарської техніки, стаціонарних двигунів та інших теплових установок сільськогосподарського виробництва (дизель-електростанцій з двигунами внутрішнього згоряння, котельні установки тощо); газоподібне - у газобалонних автомобілях і газогенераторних установках, для технологічних і побутових потреб; тверде – для різних виробничих і побутових потреб.

Поняття „паливо” є категорія не тільки технічна, а й економічна та екологічна, оскільки у кожному конкретному випадку його використання має бути ефективним. До того ж, при спалюванні палива необхідно створювати умови для якомога меншого забруднення навколишнього середовища.

Класифікація основних видів палива за його походженням та агрегатним станом наведена у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1. Класифікація палива

Агрегатний стан палива	Походження палива	
	природне	штучне
Тверде	Викопне (торф, буре та кам'яне вугілля, антрацит, горючі сланці), дрова, відходи сільськогосподарського виробництва	Кокс, напівкокс, торфові та кам'яновугільні брикети, деревне вугілля
Рідке	Нафта	Топкові мазути, паливо пічне побутове, дизельне, солярове масло, бензин тощо
Газоподібне	Природний та попутний газ	Гази генераторний, доменний, коксовий та ін. Пропан-бутанові суміші. Біогаз.

1.1.2 Склад палива.

Будь-яке паливо складається з двох основних частин: горючої і негорючої (баласту). Горюча частина містить різні органічні сполуки, до яких

входять такі хімічні елементи: вуглець (C), водень (H), сірка (S), кисень (O), азот (N), а також ті неорганічні сполуки, які під час горіння палива, розкладаючись, утворюють легкі речовини.

Склад твердого і рідкого палива визначається у процентах за масою, газоподібного – у процентах за об'ємом.

Вуглець – основна горюча складова, із збільшенням частки якої зростає теплова цінність палива. Вміст вуглецю у різних видах палива коливається у межах від 50% (дрова) до 98% (антрацит).

Водень за теплотою згорання майже у 4 рази цінніший ніж вуглець. Враховуючи, що вміст водню в паливі складає до 25% - це друга за значимістю складова частини палива.

Кисень, що входить в склад палива, не горить і тому фактично є внутрішнім баластом горючої частини. Вміст кисню становить від 0,5% до 43%. Чим більше в горючій частині кисню, тим менш цінне паливо.

Азот, як і кисень, не горить, є внутрішнім баластом горючої частини. У твердому і рідкому паливі вміст азоту невеликий (0,5...1,5%) і тому вплив його на теплову цінність палива незначний. Однак, у деякому газоподібному паливі (наприклад, генераторному газі) вміст азоту становить біля 50%, що різко знижує його теплову цінність.

Сірка є горючим елементом і, входячи до складу палива у вільному стані або у вигляді органічних і сульфідних сполук, бере участь у горінні. Але не зважаючи на це, сірка є дуже небажаною складовою палива тому, що під час горіння сірки утворюються сполуки SO_2 , SO_3 , які викликають газову корозію, а з'єднуючись з вологою, яка завжди є у паливі, перетворюються у сірчисту та сірчану кислоти, які викликають рідинну корозію металів. Вміст сірки у твердому паливі коливається від 0,01 до 8%, а у нафтах – від 0,1 до 4%. При переробці палива намагаються вміст сірки за можливістю довести до мінімуму.

Негорюча частина у твердому і рідкому паливі складається з мінеральних домішок (при згоранні утворюють золу A) і вологи W. Ця частина, зменшуючи об'єм горючої частини і відбираючи частину теплоти на своє нагрівання, знижує теплову цінність палива. Крім того зола прискорює

абразивне спрацювання деталей циліндро-поршневої групи двигунів, а волога збільшує корозію та ускладнює експлуатацію установок взимку.

Вміст мінеральних домішок у рідкому паливі вимірюється десятими частинами процента, а у твердому – десятками процентів. Мінеральні домішки і вологу розділяють на зовнішні та внутрішні. Перші – потрапляють у паливо з навколишнього середовища при його добуванні, транспортуванні, зберіганні, другі – входять до його хімічного складу.

Залежно від фізичного стану палива, при якому визначають його елементарний склад, розглядають маси: робочу (p), аналітичну (повітряно-суху, лабораторну) (a), суху (c), горючу (g) і органічну (o).

Паливо, яке надходить до споживачів у природному стані та містить, крім горючої частини, золу і вологу, називають робочим. Елементарний склад палива виражають рівнянням:

$$C^P + H^P + O^P + N^P + S^P + A^P + W^P = 100\% \quad (1.1)$$

У тих випадках, коли паливо піддають лабораторному дослідженню, з нього готують аналітичну пробу, яку приводять для повітряно-сухого стану. При цьому паливо містить тільки внутрішню вологу.

Суха маса не має води, оскільки вона одержана штучним сушінням при температурі 105 °C.

Горюча маса – це паливо, що не має води і золи. А якщо з палива видалити ще і сірку, то отримують органічну масу.

Зольний склад палива для різного його стану схематично показаний на рис. 1.1. Елементарний склад палива розраховують на горючу і суху маси, а всі теплові розрахунки ведуть на робочу (дійсну) масу, склад якої залежить від кількості золи і води.

Горюча частина газоподібного палива включає: водень (H), оксид вуглецю (CO), метан (CH_4), та інші вуглеводні (C_nH_m) з числом атомів вуглецю до чотирьох. Негорюча частина – пари води і негорючі гази (CO_2 , N_2 , O_2).

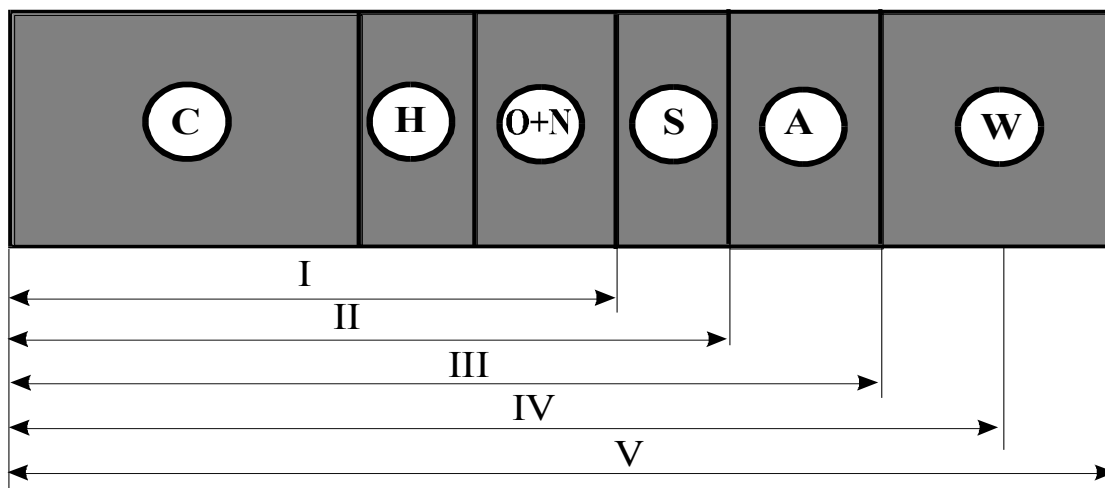


Рис 1.1. Загальний склад палива.

I – органічна; II – горюча; III – суха; IV – лабораторна (аналітична);
V – робоча маса.

1.1.3 Теплота згоряння палива.

Кількість теплоти, яка виділяється під час повного згоряння одиниці маси (1 кг рідкого або твердого) або одиниці об'єму (1 м³ газоподібного) палива називають питомою теплотою згоряння (теплотворністю) палива (надалі у тексті просто теплота згоряння).

При згоранні вода, яка міститься в паливі при взаємодії з воднем перетворюється в пару. На пароутворення води витрачається теплота. Теплоту згоряння називають вищою (Q_v) у тому випадку, коли пари води конденсуються і теплота, що затрачена на пароутворення звільнюється. Якщо ж пари води виносяться з димовими або відпрацьованими газами, частина теплоти втрачається і таку теплоту називають нижчою (Q_n).

Теплоту згоряння визначають експериментальним шляхом у спеціальних приладах-калориметрах та розрахунковими методами. Суть калориметричного методу визначення теплоти згоряння палива полягає в тому, що при спалюванні певної кількості палива у спеціально закритих камерах калориметричних установок теплота продуктів згоряння передається воді і при цьому її оцінюють за підвищенням температури в калориметрі.

При визначенні теплоти згоряння розрахунковими методами необхідно знати елементний склад палива. Найчастіше визначають теплоту згоряння за законом Г.І. Геса, згідно з яким вона залежить від складу

початкових та кінцевих продуктів і не залежить від проміжних реакцій. Підрахована таким чином теплота згоряння буде трохи відрізнятися від фактичної, оскільки горючі елементи у паливі перебувають не у вільному стані, а утворюють різні органічні сполуки, на руйнування яких витрачається частина теплоти. Тому згоряння палива дає менший тепловий ефект, ніж згоряння окремих елементів, які входять до його складу, що і враховується коефіцієнтами формул. У практиці найчастіше для визначення теплоти згоряння застосовують формули Д.І. Менделєєва. Відповідно до них теплоту згоряння рідких і твердих палив, кДж/кг, визначають так:

$$Q_g = 339C + 1256H - 109(O - S); \quad (1.2)$$

$$\begin{aligned} Q_H &= Q_g - 25(9H + W) = \\ &= 339C + 1090H - 109(O - S) - 25W \end{aligned} \quad (1.3)$$

де C, H, O, S, W - елементний склад палива, проценти за масою;

25 – коефіцієнт, який враховує втрати теплоти, що виноситься продуктами згоряння в атмосферу (1 кг пари при виносі в атмосферу забирає 2500 кДж/кг);

$9H$ – число масових частин води, що утворюється при згоранні однієї масової частини водню.

Теплоту згоряння газоподібного палива, кДж/м³, у розрахунку на суху масу визначають за формулами:

$$Q_g = 128(CO + H_2) + 339CH_4 + 639C_nH_m \quad (1.4)$$

$$Q_H = 128CO + 108H_2 + 356CH_4 + 589C_nH_m \quad (1.5)$$

де CO, H_2, CH_4, C_nH_m – склад газоподібного палива, проценти за об'ємом при нормальних умовах (0 °С, тиск 760 мм рт. ст.).

Теплоту згоряння робочої маси газоподібного палива що містить вологу підраховують за формулами:

$$Q_g^p = Q_g^c \frac{0,805}{0,805 + W}; \quad (1.6)$$

$$Q_n^p = Q_n^c \frac{0,805}{0,805 + W}; \quad (1.7)$$

де 0,805 – маса 1 м³ газу, кг.

Для порівняння різних видів палива, а також для обліку загальних запасів палива і складання замовлень встановлений еталон – умовне паливо. Умовне паливо – це єдиний еквівалент всіх видів палива за теплою згоряння. Розрахункова теплота згоряння умовного палива для твердого і рідкого палива дорівнює 29307 кДж/кг, а для газоподібного – 29308 кДж/кг.

При порівнянні палив визначають їх теплові (калорійні) еквіваленти, які є відношенням теплоти згоряння будь-якого палива до теплоти згоряння умовного:

$$E = \frac{Q_n^p}{29307} \quad (1.8)$$

Для перерахування фактичного палива в умовне потрібно його масову кількість помножити на тепловий еквівалент (таблиця 1.2).

Таблиця 1.2 Теплота згоряння і теплові еквіваленти палива і вуглеводнів

Палива, сполуки	Теплота згоряння, кДж/кг	Тепловий еквівалент
Умовне паливо	29307	1,00
Кам'яне вугілля	29310	1,00
Антрацит	30230	1,03
Буре вугілля	14235	0,49
Торф	13440	0,46
Деревина	12500	0,43
Нафта	41867	1,43
Бензин	44000	1,50
Гас (керосин)	43200	1,47
Дизельне паливо	42600	1,45
Мазут	41150	1,40
Гази:		
- природний	35586	1,21
- водяний	10885	0,37
- світільний	18000	0,63
- зріджений	46000	1,57
Бутан	45800	1,56
Ізооктан	44600	1,52
Бензол	41000	1,40
Метанол	19000	0,65
Етанол	26400	0,90

1.1.4 Тверде паливо.

Тверде органічне паливо – це деревина, торф, сланці, буре вугілля, кам'яне вугілля і антрацит. Цінність палива як горючої величини визначається його хімічним складом і основними властивостями.

Дрова за геологічним віком – наймолодше органічне паливо. Вони містять понад 60% целюлози, близько 30% лігніву і приблизно 1% мінеральних домішок. Для різних порід склад органічної маси дров приблизно однаковий $C^e = 50\%$, $H^e = 6\%$, $O^e = 43\%$, $N^e = 1\%$.

Основним баластом у дровах є волога, вміст якої у свіжо зрубаних деревині дорівнює 50...60%. Дрова бувають: сухі з вологістю менше 25%; напівсухі з вологістю 25...35% і сирі з вологістю понад 35%. Теплота згоряння горючої маси дров становить 18,8...19,2 МДж/кг, проте при вологості 30% вона знижується до 13,0...13,3 МДж/кг.

Торф – молоде за геологічним віком викопне паливо. Він утворюється в результаті розкладання рослинності в умовах надлишку води і незначного доступу повітря. Розрізняють торф моховий або верховий, з незначним вмістом золи (2...4%) і лучний або низинний, із зольністю 8...16%. Зустрічаються торф'яники змішаного перехідного походження, зольність яких дорівнює 7...9%.

Вологість свіжовидобутого торфу становить приблизно 90%. У процесі природного сушіння його вологість знижується до 40%.

Органічна маса торфу характеризується таким складом: $C^e = 55...56\%$, $H^e = 6\%$, $O^e = 35...40\%$, $N^e = 0,5...3\%$, $S^e = 0,12...1,5\%$. Нижча теплота згоряння горючої маси торфу становить близько 12,6 МДж/кг. У парових топках спалюють кусковий торф, що формується у процесі видобування у вигляді цеглин із наступним їх сушінням. Найбільше застосовують в енергетиці фрезерний торф, що одержують у вигляді дрібняку. Такий торф використовують у топках камерного типу.

Сланці складаються із вапняків, що просякнуті продуктами розкладу рослин і тваринних організмів без доступу повітря. Вони відрізняються високим вмістом золи (50...60%) і води (15...25%). У горючій частині сланців

високий вміст кисню (до 10%) і великий вихід летких речовин (до 90%), тому вони легко займаються. Значна зольність різко знижує теплову цінність сланців; їх теплота згоряння коливається у межах 5,8...10,8 МДж/кг. У сільському господарстві сланці, як і торф, використовують як місцеве котельне паливо.

Буре вугілля — паливо рослинного походження старішого розкладання, ніж торф. Воно має високу зольність (15...30%) і вологість (15...30%), тому діапазон значення його теплоти згоряння великий — 6,3...18,9 МДж/кг. За вологістю його поділяють на три групи: групу Б1 із вмістом води понад 40%, групу Б2 із вмістом води 30...40 % і групу Б3 із вмістом води до 30%. Склад горючої маси бурого вугілля дуже неоднорідний: $C^e=65...78\%$, $H^e=4,3...6,2\%$, $O^e=16...17\%$, $N^e=0,7...1,8\%$, $S^e=0,4...3,9\%$. Вихід легких речовин на горючу масу становить 30...60%.

Буре вугілля має схильність до самозаймання. Тому його рекомендується вкладати у штабелі висотою до 2,5 м і зберігати не більше місяця.

Кам'яне вугілля утворювалось у результаті повільного розкладу деревовидних рослин без доступу повітря протягом мільйонів років. Це основний вид твердого палива в енергетиці. За складом органічної маси кам'яне вугілля неоднорідне: $C^e=78...90\%$, $H^e=4,0...5,8\%$, $Q^e=3,0...15,0\%$, $N^e=0,5...2,0\%$, $S^e=1,0...6,0\%$. Зольність кам'яного вугілля на робочу масу становить 10...25%, вологість 5...12%, вихід летких речовин 9...50%. Нижча теплота згоряння робочої маси коливається від 20,7 до 31,4 МДж/кг.

Кам'яне вугілля поділяють на марки, які розрізняють за виходом легких речовин і характером легкого залишку (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 Марки кам'яного вугілля

Вугілля	Марка	Q_H^P , МДж/кг	Вугілля	Марка	Q_H^P , МДж/кг
Довгополуменеве	Д	Понад 37	Пісне спікливе	ОС	14...22
Газове	Г	» 35	Слабко спікливе	СЕ	25...37
Жирне	Ж	27...35	Пісне	Т	8...17
Коксове	К	18...27			

Антрацити мають найдавніший геологічний вік серед твердого палива. Вони чорного кольору, їм властиві високі щільність і міцність, їх можна перевозити на великі відстані без помітного подрібнення. Вологість антрацитів 3...7%, зольність 10...18%, вихід легких речовин 2...9%, теплота згоряння 25...27 МДж/кг.

Відходи сільськогосподарського виробництва використовують як паливо для виробничих та побутових потреб. До них відносять солому, стебла соняшника і бавовни, кострицю, лушпиння соняшника, рисову лузгу тощо. За складом органічної маси ці відходи близькі до деревини. З відходів сільськогосподарського виробництва із застосуванням зв'язуючих речовин одержують брикети. Вони найзручніші для спалювання.

1.1.5 Рідке паливо.

Рідке паливо, що використовують для потреб теплоенергетики, одержують методами його термохімічного розкладу.

Нафта складається в основному з вуглеводнів трьох класів: метанові вуглеводні — метан, етан, пропан, бутан, ізобутан тощо; нафтенові вуглеці — циклогексан тощо; ароматичні вуглеці — бензол, толуол, нафталін тощо.

Склад нафти такий: $C^p = 83...87\%$, $H^p = 11...14\%$, S^p від 0,01 — у малосірчистих нафтах до 5,0...7,0% — у високосірчистих, $O^p = 0,1...0,3\%$, $N^p = 0,02...1,7\%$. Нижча робоча теплота згоряння нафти $Q_H^p = 40...46$ МДж/кг. Природна нафта містить не більше 0,3% мінеральних домішок і 2% води.

Із нафти, залежно від температури перегонки, одержують нафтопродукти: бензинові, гасові, дизельні, соляріві, мазутні. Для побутового опалення випускають *пічне побутове паливо* (ППП). У великих опалювальних котельнях, що працюють на рідкому паливі, звичайно застосовують мазут, а у невеликих котельнях та побутових установках — пічне побутове паливо.

Мазути, що застосовують у котлах, поділяють на топкові марок 40В і 40 (паливо середньої в'язкості) і топкові мазути 100В, 100 і 200 (паливо важке).

За вмістом у них сірки топкові мазути ділять на три групи:

малосірчасті ($S^p < 0,5\%$), сірчисті ($S^p = 0,5...2\%$) і високосірчасті ($S^p > 2\%$). Зольність мазутів не перевищує 0,1...0,3%. Вміст води у мазуті коливається у великих межах (від 0,5 до 5,0%). Теплота згоряння мазуту становить 39...42 МДж/кг. Температура спалаху дорівнює 80...140°C. В'язкість, що визначається при температурах 50, 80 і 100°C, коливається у межах 5...16 °ВУ. Густина мазуту дорівнює 0,98...1,05 т/м³.

Пічне побутове паливо широко використовується у сільськогосподарському виробництві. На цьому паливі працюють парові та водогрійні котли, теплогенератори, зерносушарки, установки для комунально-побутових потреб. Пічне паливо виробляється з нафти. Температура його застигання не вище — 15°C і тому ємкості, де зберігається паливо, і баки, звідки воно надходить до установок для спалювання, розміщують в утеплених приміщеннях.

Пічне побутове малов'язке паливо (із умовною в'язкістю не більше 1,15°ВУ). Температура спалаху не нижча +42 °С. Нижча теплота згоряння у перерахунку на сухе паливо — не менше 41,2 МДж/кг.

Гас використовують як паливо у теплогенераторах і сушарках, а також для побутових потреб.

Дизельне паливо випускають двох марок ДТ і ДМ. Паливо марки ДТ має в'язкість при 50°C менше 5°ВУ, температуру спалаху понад 65°C, температуру застигання менше —5°C. Паливо марки ДМ характеризується в'язкістю при температурі 50°C, що дорівнює 20 °ВУ, температурою спалаху 85°C, температурою застигання —10°C. Нижча теплота згоряння дорівнює приблизно 42,5 МДж/кг. Дизельне паливо використовують в основному у дизелях, у тому числі у дизельних електростанціях. Характеристики твердих і рідких палив наведені в таблиці 1.4.

1.1.6 Газоподібне паливо.

Газоподібне паливо поділяють на природне і штучне. До природного відносять газ, що видобувається з газових родовищ, попутний газ, одержуваний одночасно із видобутком нафти, а також газ, який видобувається із конден-

Таблиця 1.4. Характеристика твердих та рідких видів палива

Родовище, вид палива	Марка	Склад робочої маси, %								Склад повітря і продуктів згорання, м ³ /кг				Тепло та згорання Q_H^P , МДж/кг	Вихід легких речовин, %	
		W^P	A^P	S_K^P	S_{CP}^P	C^P		H^P	N^P	O^P	V^O	V_{RO_2}	$V_{N_2}^O$			$V_{H_2O}^O$
Тверде паливо																
Донецьке	Д	13,0	24,4	1,8	1,3	47,0		3,4	1,0	8,1	4,91	0,90	3,89	0,62	18,5	43
	Г	10,0	25,2	2,1	1,1	51,2		3,6	0,9	5,9	5,42	0,98	4,29	0,61	20,47	40
	Ж	6,0	26,3	2,0	0,7	56,5		3,5	1,0	4,0	5,91	1,70	4,67	0,56	22,40	32
	Т	6,0	25,4	1,6	0,8	61,1		2,9	1,0	1,2	6,24	1,16	4,94	0,50	23,40	12
	А	8,5	30,2	1,1	0,5	56,4		1,1	0,5	1,7	5,30	1,06	4,19	0,3	19,97	4
Львівсько-Волинське	Г	10,0	22,5	2,1	0,9	53,3		3,5	1,0	6,7	5,54	1,02	4,39	0,60	20,85	39
	ГЖ	8,0	32,2	2,1	0,7	49,7		3,3	0,7	4,3	5,15	0,93	4,08	0,55	19,38	36
Рідке паливо																
Мазут:																
малосірчистий	—	3,0	0,05	—	0,3	84,6		11,7	0,3	—	10,62	1,58	8,39	1,51	40,28	—
сірчистий	—	3,0	0,10	—	1,4	83,8		11,2	0,5	—	10,45	1,57	8,25	1,45	39,73	—
високосірчистий	—	3,0	0,10	—	2,8	83,0		10,4	0,7	—	10,20	1,57	8,06	1,36	38,77	—
Гас	—	—	—	—	0,2	86,0		13,7	0,1	—	11,28	1,61	8,91	1,70	43,0	—
Дизельне паливо	—	—	—	—	0,3	86,3		13,3	0,1	—	11,20	1,62	8,85	1,66	42,65	—
Солярове масло	—	—	—	—	0,3	86,5		12,8	0,4	—	11,08	1,62	8,77	1,60	42,4	—
Пічне побутове паливо	—	—	—	—	0,5	86,0		13,5	—	—	11,24	1,61	8,88	1,68	39,8	—

сатних родовищ. До штучних відносять гази, що одержують при переробці нафти, перегонці твердого палива, анаеробній ферментації відходів (біогаз), а також зріджені гази.

Гази, що видобуваються із газових родовищ, складаються в основному з метану (85...95%). Вміст у них $N_2 = 0...4\%$, CO_2 – не більше 15%, H_2S – не більше 6%. Нижча теплота згоряння цих газів $Q_H^p = 33...40$ МДж/кг.

Генераторний газ одержують при перегонці твердого палива (кам'яне або буре вугілля, дрова, торф) із нестачею повітря близько 60% у спеціальних установках – газогенераторах. Склад генераторного газу коливається у межах: $CO = 25...30\%$, $H_2 = 12...15\%$, $CH_4 = 05...3,5\%$, $CO_2 = 5...8\%$, $O_2 = 0,2...0,5\%$, $N_2 = 45...50\%$. Нижча теплота згоряння генераторного газу 5...6,5 МДж/м³.

Основні характеристики органічних палив України наведені у таблицях 1.4 та 1.5.

Таблиця 1.5. Характеристика природного газоподібного палива

Родовище, газопровід	Склад газу по об'єму, %							Теплота згоряння, МДж/м ³	Густина, кг/м ³ , при t=0 °С, p=101,3 кПа
	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂	CO ₂	N ₂		
Єфремівське	93,2	3,9	0,81	0,28	0,18	0,20	1,4	33,4	0,770
Джанкойське	96,0	0,5	0,20	0,04	-	0,20	3,0	32,5	0,740
Пролетарське	86,2	5,3	2,4	2,0	1,55	0,10	1,5	38,6	0,874
Дашава-Київ	93,9	0,3	0,10	0,10	-	0,2	0,4	35,9	0,712
Шебелинка- Дніпропетровськ	92,8	3,9	1,0	0,4	0,3	-	1,5	37,3	0,781

1.1.7 Основи теорії горіння палива

Горінням називають процес екзотермічного окислення горючої речовини, що швидко відбувається та супроводжується інтенсивним виділенням тепла. В основі процесу горіння лежить хімічна реакція між горючою речовиною та окислювачем. Окислювачем звичайно служить повітря.

Горіння відрізняється від процесу окислення: швидкоплинністю перебігу в часі; змінністю концентрацій компонентів у міру їх взаємодії, зміною форми поверхні реагування у часі, високим значенням температури. Процес

горіння – це складний фізико-хімічний процес, що залежить від взаємодії хімічних, теплових та гідродинамічних факторів.

Реакція горіння відбувається не безпосередньо між молекулами вихідних речовин (палива і окислювача), а через проміжні стадії. Цим визначається ланцюговий механізм горіння, розроблений М.М.Семеновим. Реакція горіння є результатом ряду ланцюгових реакцій, що перебігають послідовно.

Залежно від фазового стану речовин, що реагують при горінні (тверді, рідкі, газоподібні), хімічні реакції поділяють на гомогенні, що відбуваються між компонентами, котрі перебувають в одній фазі (наприклад, у газоподібному стані), і гетерогенні, що відбуваються на межі двох фаз. Прикладами гомогенного горіння є горіння добре перемішаних газового палива і повітря, а також горіння швидко випарюваних рідких палив. При цьому мається на увазі їх перемішування з окислювачем до процесу горіння. Прикладами гетерогенного горіння служить горіння твердих палив і горіння крапель рідких важких палив, коли фронт горіння встановлюється на межі розділу палива і окислювача. Горіння палива є поточним процесом і для його перебігу необхідно підведення компонентів (палива і окислювача) у зоні реакції і відведення з неї продуктів згорання.

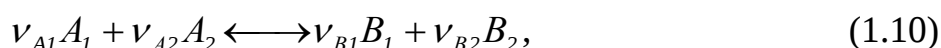
Організація перебігу процесу горіння можлива у ламінарному та турбулентному потоках окислювача. У загальному випадку час горіння τ_z палива складається із часу перебігу фізичних τ_ϕ і хімічних τ_x процесів:

$$\tau_z = \tau_\phi + \tau_x, \quad (1.9)$$

Швидкість хімічної взаємодії виражається зміною концентрацій речовин, що реагують, за одиницю часу.

Згідно із законом дії мас в однорідному середовищі при постійній температурі швидкість реакції у кожний момент пропорційна добутку концентрацій речовин, що реагують.

До зворотної хімічної реакції можна скласти стехіометричне рівняння:



де A_1, A_2, B_1, B_2 – хімічні символи речовин, що реагують;

$\nu_{A_1}, \nu_{A_2}, \nu_{B_1}, \nu_{B_2}$ - стехіометричні коефіцієнти.

Швидкість прямої реакції виражається рівнянням:

$$\omega_1 = k_1 C_{A_1}^{\nu_{A_1}} C_{A_2}^{\nu_{A_2}} \quad (1.11)$$

і відповідно швидкість зворотної реакції:

$$\omega_2 = k_2 C_{B_1}^{\nu_{B_1}} C_{B_2}^{\nu_{B_2}}, \quad (1.12)$$

де k_1 і k_2 — константи швидкості відповідно прямої та зворотної реакції;

$C_{A_1}, C_{A_2}, C_{B_1}, C_{B_2}$ — поточні концентрації речовин, що реагують.

При хімічній рівновазі швидкості прямої та зворотної реакцій дорівнюють одна одній: $\omega_1 = \omega_2$.

У цьому випадку можна записати:

$$\frac{C_{A_1}^{\nu_{A_1}} C_{A_2}^{\nu_{A_2}}}{C_{B_1}^{\nu_{B_1}} C_{B_2}^{\nu_{B_2}}} = \frac{k_2}{k_1} = K_c, \quad (1.13)$$

де K_c — константа рівноваги, що є постійною величиною.

Швидкість реакції значною мірою залежить від температури. Ця залежність виражається законом Арреніуса:

$$\omega = k_0 e^{-E/(RT)} C_{A_1}^{\nu_{A_1}} C_{A_2}^{\nu_{A_2}}, \quad (1.14)$$

де k_0 — передекспоненційний множник, що визначається дослідним шляхом ($k_0 \approx \sqrt{T}$);

E — енергія активації, що дорівнює деякому потенціальному бар'єру, необхідному для руйнування початкових зв'язків у молекулі;

R — універсальна газова стала;

T — термодинамічна температура, К.

Швидкість реакції горіння різко збільшується із підвищенням температури. Тому для всіх реакцій горіння характерна особливість — щоб горіння відбулося, реагенти повинні мати температуру, не нижчу від деякого

граничного значення.

Тепловиділення при екзотермічній реакції для горючої суміші пропорційне швидкості реакції:

$$Q_p = \omega Q = k_0 e^{-E/(RT)} C_{A_1}^{v_{A_1}} C_{A_2}^{v_{A_2}} Q, \quad (1.15)$$

де Q — теплота реакції горючої суміші.

Самозайманням називають ініціювання горіння у всьому обсязі реакційної суміші. Воно може статися при досягненні деякого граничного значення температури, що називають температурою самозаймання t_c суміші. Ця температура не є фізико-хімічною характеристикою, а залежить для кожного палива від умов підведення і відведення теплоти та інших факторів. Температура самозаймання водню знаходиться у межах 580...590 °С, оксиду вуглецю — 644...658 °С, метану — 650...750 °С.

У більшості технічних пристроїв горіння ініціюється не шляхом самозаймання, а запалюванням за допомогою факела або електричної іскри.

1.1.8 Технологічний процес горіння палива.

Для процесу горіння необхідно, щоб горючі речовини і окислювач маси деяку (певну для кожної речовини) температуру, при якій порівняно швидко відбувається їх взаємодія. Температура, при якій хімічний процес різко прискорюється при зіткненні з відкритим вогнем і речовина займається, називається температурою займання. Якщо займання речовини відбувається без стикання з відкритим вогнем, матимемо температуру самозаймання. Подальше горіння продовжується внаслідок безперервного виділення тепла.

Швидкість процесу горіння залежить в основному від умов сумішоутворення. Залежно від цього горіння розділяють на кінетичне і дифузійне. Якщо процес утворення суміші палива і повітря передуює горінню, то горіння називають кінетичним і якщо процеси відбуваються одночасно — дифузійним. На практиці, як правило, відбувається змішане горіння — дифузійно-кінетичне.

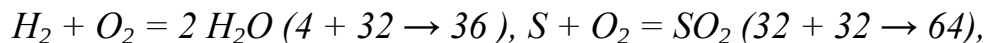
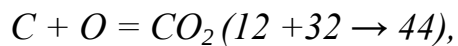
За температуру горіння приймають температуру, до якої нагріваються газоподібні продукти згоряння внаслідок горіння палива. Розділяють

температуру горіння теоретичну і дійсну. Теоретична температура горіння – це максимальна температура, яка може бути досягнута при відсутності втрат теплоти від теплообміну. В реальних умовах процес горіння супроводжується теплообміном і тепловими втратами, тому продукти згоряння мають дійсну температуру горіння, яка нижче теоретичної.

Співвідношення палива і окислювача, яке відповідає хімічній реакції повного окислення паливних елементів називається стехіометричним.

Кількість кисню, теоретично необхідна для спалювання 1 кг твердого або рідкого палива, можна визначити на основі стехіометричного відношення для реакцій горіння елементів горючої маси палива (C, H, S).

Із рівнянь повного згоряння цих елементів:



враховуючи їх атомну масу, знаходимо, що для спалювання 12 кг вуглецю потрібно 32 кг кисню, тобто для спалювання 1 кг вуглецю потрібно $32/12 = 2,67$ кг кисню. Аналогічно, для спалювання 1 кг водню потрібно 8 кг кисню, а для спалювання 1 кг сірки – 1 кг кисню.

Тоді формула для підрахунку теоретично необхідної кількості кисню, кг, для спалювання 1 кг палива буде мати вигляд:

$$O_T = \frac{2,67C + 8H + S - O}{100} \quad (1.16)$$

де C, H, S, O – хімічні елементи горючої частини палива, % за масою.

Для спалювання палива, як правило, подається повітря, в якому кисень становить 23,2% за масою. Тоді теоретичну необхідну кількість повітря, кг, для спалювання 1 кг палива визначають за формулою:

$$L_T = \frac{2,67C + 8H + S - O}{23,2} \quad (1.17)$$

Кількість повітря зручніше визначати в м³/кг. Тоді формула матиме вигляд:

$$L_T = \frac{2,67C + 8H + S - O}{23,2 \cdot 1,29}, \quad (1.18)$$

де 1,29 – маса 1 м³ повітря.

Для газоподібного палива кількість повітря (м³/м³) визначають за формулою:

$$L_T = \frac{0,5(H_2 + CO) + (n + \frac{m}{4})C_H H_m - O_2}{21}, \quad (1.19)$$

де n – число атомів вуглецю;

m – число атомів водню;

21 – вміст кисню у повітрі, % за об'ємом.

Склад газу у формулі наведений у процентах за об'ємом.

У виробничих умовах здійснити повне спалювання палива з теоретичною необхідною кількістю повітря практично неможливо. Тому для повного спалювання, як правило, подають надлишок повітря, тобто процес відбувається не з розрахунковою, а з фактичною (дійсною) кількістю повітря L_ϕ .

Відношення дійсної витрати повітря до теоретично необхідної для спалювання 1 кг (1 м³) палива називають коефіцієнтом надлишку повітря (α):

$$\alpha = L_\phi / L_T \quad (1.20)$$

Суміш палива і повітря називають пальною сумішшю. Залежно від співвідношення кількості палива і повітря пальна суміш може бути: нормальна $\alpha = 1$, бідна $\alpha > 1,15$, багата $\alpha < 0,8$. При значеннях близьких до одиниці – збіднена або збагачена.

Коефіцієнт надлишку повітря визначають за формулами:

При повному згоранні:

$$\alpha = \frac{1}{1 - \frac{3,76 O_2}{N_2}}; \quad (1.21)$$

При неповному:

$$\alpha = \frac{1}{1 - \frac{3,76(O_2 - 0,5CO)}{N_2}} \quad (1.22)$$

де O_2 , CO , N_2 – процентний вміст за об'ємом у продуктах згоряння відповідно кисню, оксиду вуглецю (які визначають за допомогою спеціальних приладів – газоаналізаторів) і азоту (підраховують за різницею $N_2 = 100 - (CO_2 + O_2 + CO)$).

Теплота згоряння пальної суміші (Q_{nc}) залежить від кількості теплоти, що виділяється паливом у об'єму повітря:

$$Q_{nc} = \frac{O}{1 + \alpha L_T}. \quad (1.23)$$

Для різних видів палива теплота згоряння нормальних пальних сумішей приблизно однакова – 2770 кДж/кг.

Пальну суміш, яка змішалась із залишковими газами від попереднього циклу в циліндрі двигуна, називають робочою. Якщо потрібно визначити її теплоту згоряння, то вносять поправку на коефіцієнт надлишкових газів. На практиці теплоту згоряння пальної і робочої суміші порівнюють.

Характер процесу горіння можна визначити за складом продуктів згоряння палива. Для цього існують різні газоаналізатори: хімічні, електричні, магнітні, механічні. Найпоширеніші прості хімічні газоаналізатори, які дозволяють визначити у відпрацьованих газах вміст вуглекислого газу, кисню і оксиду вуглецю. Принцип дії газоаналізаторів полягає в поглинанні розчинами певних складових елементів відпрацьованого газу, який послідовно пропускають через ці розчини. За відповідним збільшенням об'єму знаходять процентний вміст кожного окремого поглиненого компонента. Так, відсутність оксиду вуглецю свідчить про повне згоряння палива, а наявність CO , CH і H_2 про неповне.

1.2. Загальні відомості про одержання рідких палив і масел.

1.2.1 Загальні поняття про нафту.

Нафта, яку добувають з надр землі – в'язка, масляниста рідина з характерним запахом. Колір її залежить від кількості розчинених у ній смол. Нафта буває темно-бурого і буро-зеленого кольору, а іноді майже безкольорова. Густина нафти коливається в межах $0,75...0,95 \text{ г/см}^3$ (густина нафти підвищується по мірі збільшення вмісту смолисто-асфальтових та твердих вуглеводів). Зустрічаються нафти з густиною $1,03 \text{ г/см}^3$.

Питання походження нафти залишається до теперішнього часу відкритим. Існують ряд гіпотез походження нафти, які базуються на різних теоріях.

Нафта – складна за хімічним складом і структурою рідина. Розрізняють елементний і груповий хімічний склад нафти.

Елементним хімічним складом нафти називають вміст в ній окремих хімічних елементів, виражених в процентах за масою. Аналіз нафт різних родовищ показує, що зміни в елементному складі незначні.

Нафта представляє собою складну суміш різних сполук вуглецю з воднем. По елементному складу вона містить 83...87% вуглецю, 11...14% водню, 0,1...1,3% кисню, 0,1...5,8% сірки, 0,02...1,7% азоту та сліди металів (заліза, нікелю, ванадію та ін). Кисень і азот знаходяться найчастіше у зв'язаному стані. Сірка може бути як у зв'язаному, так у вільному стані.

Груповим хімічним складом нафти називають вміст у ній окремих хімічних груп, які характеризуються співвідношенням та структурою сполук вуглецю і водню. Хімічні групи (гомологічні ряди) вуглеводнів характеризуються, перш за все, кількісним співвідношенням атомів вуглецю і водню. Це співвідношення виражається емпіричною формулою групи.

Парафінові вуглеводні (алкани). Загальна емпірична формула цієї групи – C_nH_{2n+2} , де n – число атомів вуглецю. Найпростішим представником цієї групи є метан – CH_4 . Кількість парафінових вуглеводнів (парафінів) залежить від родовища нафти і складає 25...30%. Парафінові вуглеводні з

кількістю атомів вуглецю до 4 у звичайних умовах – газу, від 5 до 15 – рідини, а починаючи з 16 і вище – тверді тіла. Газоподібні та тверді парафіни при певних умовах можуть бути розчинені у рідкій частині нафти.

За своєю структурою парафінові вуглеводні бувають нормальними (ланцюги вуглецю прямі) – *H* – парафіни та ізобудови (ланцюги розгалужені) – ізопарафіни, починаючи з C_4H_{10} . Чим складніша молекула речовини, тим більше ізомерів вона може мати. Так октан C_8H_{18} має 17 ізомерів, а тетрадекан $C_{14}H_{30}$ – 2835 ізомерів і т. д. Вуглець у цих вуглеводнів зв'язаний з воднем або з різними атомними групами CH_3 , CH_2 , CH одинарним зв'язком, тобто один атом вуглецю має вільні зв'язки $\begin{array}{c} | \\ C - \\ | \end{array}$. Такі вуглеводні називають насиченими.

Парафінові вуглеводні мають найбільшу теплоту згорання. При нормальних умовах вони хімічно стабільні, тому паливо і мастильні матеріали, які містять велику кількість парафінових вуглеводнів, стабільні при зберіганні.

З підвищенням температури властивості *H*–парафінів та ізопарафінів відрізняються. Нормальні парафіни внаслідок швидкого окислення при високих температурах знижують антидетонаційні властивості (детонаційну стійкість) бензину і поліпшують самозаймистість дизельного палива. Але в наслідок того, що вони мають порівняно високу температуру застигання, погіршуються низькотемпературні властивості дизельних палив. У масляних фракціях *H*–парафіни поліпшують їх в'язкісно-температурні, але погіршують низькотемпературні властивості.

Ізопарафіни підвищують антидетонаційні властивості бензинів і погіршують самозаймистість дизельного палива. Мають кращі низькотемпературні властивості у порівнянні з *H*–парафінами.

Нафтові вуглеводні (циклами), як і парафіни є основою, а іноді й переважною складовою частиною нафти. Емпірична формула нафтових вуглеводнів (нафтенів) C_nH_{2n} . На відміну від парафінових вуглеводнів атоми вуглецю у молекулах розмішуються у вигляді замкнутого кільця і з'єднані між собою простим валентним зв'язком. У нафти та нафтопродуктах зустрічається головним чином циклани, молекули яких включають п'ять або шість атомів

вуглецю, що утворюють кільце. Їх називають моноцикланами. Крім моноцикланів у нафтопродуктах, які одержують з більш важких фракцій нафти, є складні нафтенові вуглеводні у складі двох і більше нафтових кілець, їх називають поліцикланами. Майже всі нафтенові вуглеводні мають бокові парафінові ланцюги. При низьких і помірних температурах за своєю хімічною активністю подібні до *H*-парафінів, а при високих (до 400°C і вище) за здатністю окислятися наближаються до ізопарафінів.

За антидетонаційними властивостями нафтенові вуглеводні наближаються до ізопарафінів, тому бажані у бензинах. Вони мають низьку температуру застигання і є цінним компонентом дизельних зимових палив.

Присутність цикланів з боковими ланцюгами у маслах бажана, тому що вони надають їм антиокислювальну і термічну стійкість, поліпшують їх в'язкісно-температурні властивості, знижуючи температуру застигання. Нафтенові вуглеводні є основною частиною моторних масел.

Ароматичні вуглеводні (арени) у нафті є в значно меншій кількості ніж парафінові та нафтенові, хоч в нафтах окремих родовищ вміст ароматичних вуглеводнів (ароматиків) може досягти кількох десятків процентів. Як і нафтени, ароматики мають кільця, але у них одинарні зв'язки чергуються з подвійними. Простим представником цього ряду є бензол, що відповідає загальній емпіричній формулі $C_n H_{2n-6}$. У звичайних умовах ароматики характеризуються високою хімічною стійкістю, хоч і поступаються перед нафтовими вуглеводнями. Ароматики стійкі до окислення і при високих температурах. Вони є цінним компонентом бензинів, оскільки мають високі антидетонаційні властивості, але при цьому мають підвищену схильність до нагароутворення, тому в товарних бензинах вміст ароматиків повинен не перевищувати 40...45%. У дизельному паливі ароматики небажані, бо знижують його самозаймистість.

Вміст ароматичних вуглеводів, особливо поліциклічних, у маслах збільшує їх в'язкість, але погіршує в'язкісно-температурні властивості.

У склад продуктів переробки нафти можуть входити *ненасичені вуглеводні*. В їх молекулах між атомами вуглецю утворюється подвійний

зв'язок. Ці вуглеводні легко окислюються і осмолюються, оскільки подвійні зв'язки нестійкі, здатні до реакцій полімеризації та приєднання. Присутність ненасичених вуглеводнів погіршує стабільність нафтопродуктів при зберіганні. При високих температурах вони гірше окислюються ніж *H*-парафіни і тому підвищують антидетонаційні властивості бензину, але погіршують samozаймистість дизельного палива.

До складу нафти входять не тільки сполуки вуглецю і водню, а також сполуки, що містять кисень, сірку і азот. Найчастіше це похідні вуглеводнів.

Кисень з вуглеводнями нафти утворює органічні кислоти і смолисто-асфальтові речовини. Його вміст у нафті складає 0,1...0,3%. З органічних кислот найчастіше присутні нафтенові кислоти, які зосереджені головним чином у легкому і середньому дистилятах. Нафтанові кислоти викликають корозію кольорових металів, передусім свинцю та цинку.

Смолисто-асфальтні речовини – складні сполуки вуглецю, водню і кисню, а іноді сірки. Вони надають нафті і нафтопродуктам темний колір. Наявність смолисто-асфальтових речовин у паливі призводять до підвищеного нагароутворення, а у маслах – до утворення липких осадів на деталях двигунів.

Сірчисті сполуки у нафті та нафтопродуктах погіршують їх якість. Сірчисті сполуки – сірководень H_2S , меркаптани (органічні сполуки загальної формули RSH , де R – вуглеводневий радикал), а також вільна сірка належать до групи активних речовин, що викликають корозію металів. Решта сірчастих сполук є неактивними, вони складають основну їх частину і менш шкідливі. Присутність деяких з них у трансмісійних маслах підвищує міцність масляної плівки, що сприяє підвищенню зносостійкості.

Для палив всі сірчисті сполуки є небажаними, бо у процесі згорання виділяють сірчистий і сірчаний газ, які реагуючи з водою, утворюють сильнодіючі кислоти, що викликають корозію деталей двигуна.

Азотисті сполуки присутні у нафті у невеликій кількості (не більше 0,3%) найчастіше у вигляді аміаку, головним чином, у важких фракціях. Оскільки вони погіршують якість нафтопродуктів, то їх видаляють при очищенні.

1.2.2 Основні способи одержання палив і масел з нафти.

Виробництво палив і масел – складний процес, який включає отримання первинних компонентів, їх змішування та покращення присадками до товарних показників.

Розрізняють три основних варіанти переробки нафти: паливний, паливно-масляний та комплексний (нафтохімічний). Вибір варіанту переробки нафти визначається її властивостями, потребами в нафтопродуктах і рівнем розвитку нафтопереробної промисловості. Якщо паливний та паливно-масляний варіанти спрямовані на одержання з нафти палив та палив і масел, то при нафтохімічному, крім того, ще одержують і нафтохімічну сировину (індивідуальні парафінові вуглеводні, олефіни, ароматичні вуглеводні, рідкий і твердий парафіни). З нафтохімічної сировини в свою чергу виробляють велику кількість цінних продуктів, що знаходять широке застосування в промисловості, сільському господарстві, медицині та побуті: пластмаси, синтетичні волокна, миючі засоби, білково-вітамінні концентрати, спирти, кислоти тощо. Цей варіант переробки нафти найбільш перспективний.

Незалежно від варіанту розрізняють способи переробки нафти: фізичні (первинні) і хімічні (вторинні). При фізичних способах переробки нафти структура молекул вуглеводнів, що входять до її складу, не змінюється. При хімічних – вуглеводний склад нафтопродуктів відрізняється від складу нафти.

До фізичних способів переробки нафти відносять: електрознесолюючі установки (ЕЛОУ) і пряму перегонку на атмосферно-вакуумних трубчастих установках (АВТУ).

ЕЛОУ призначені для видалення залишків води і розчиненої в ній солі, а також мінеральних (водорозчинних) кислот. Знесолювання заключається в тому, що нафту змішують з водою і деємульгаторами, а також з лугами за умови, що в ній є кислоти. Потім суміш нагрівають до $t = 80...120^{\circ}\text{C}$ і подають в електродегідратор, де під дією електричного поля і температури вода і розчинені в нафті неорганічні сполуки відділяються. Після цього нафта надходить на первинну переробку.

Первинна переробка нафти яку проводять на АВТУ (рис. 1.2), дозволяє в одному технологічному процесі здійснювати випаровування і розділення її на окремі складові частини – фракції (дистиляти), що відрізняються температурою кипіння.

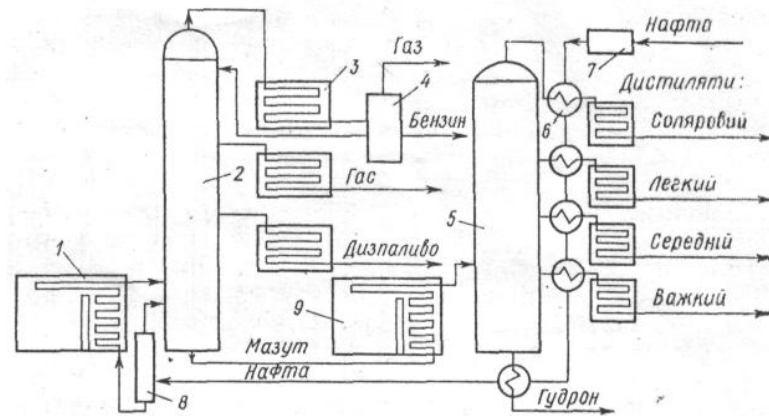


Рис. 1.2. Схема нафтоперегінної установки:

1 – трубчаста піч; 2 і 5 – ректифікаційні колони; 3 – холодильники; 4 – конденсатор-газовіддільник; 6 – теплообмінник; 7 – насос; 8 – випарювальна колона; 9 – вакуумна трубчаста піч

Процес розділення нафти на паливні, а мазуту на масляні дистиляти відбувається так. Нафта, що подається насосом 7, під тиском приблизно 1МПа проходить через теплообмінники дистилятів 6 і далі в невелику випарювальну колону 8, звідки легко кипляча (газоподібна) частина нафти надходить у ректифікаційну колону, а головна маса – в трубчасту піч 1. У печі, проходячи по змійовику, нафта нагрівається до температури 330...350 °С і частково випаровується. Суміш випаруваної нафти та її частина, що не випарувалася, надходить в ректифікаційну колону 2.

У ректифікаційній колоні відбувається розділення пари нафти на фракції, причому можна відбирати в одну групу фракцій в яких температура кипіння відрізняється лише на 5...8°С. Найпоширенішими фракціями прямої перегонки є дистиляти: бензиновий 35...200°С, лігроїновий 110...230°С, газовий 140...300°С, газойлевий 230...330°С і соляровий 280...380°С. Але з точки зору затрат, чим вузьчі фракції тим дорожче перегонка, нафту спочатку переганяють на широкі фракції. Продуктами такої переробки є: вуглеводневий газ,

бензинова, гасова, дизельна фракції та залишок (мазут), який використовується як сировина для одержання масляних дистилатів. Для цього мазут нагрівають у вакуумній трубчастій печі 9, що дозволяє знизити температуру кипіння та повніше з нього випаровувати (без розщеплення) масляні фракції до температури 420...430°C. У ректифікаційній колоні 5, залежно від варіанту переробки нафти одержують широку масляну фракцію – вакуумний газойль, або вузькі масляні дистилати для виробництва різних масел. Залишок – гудрон, а при менш глибокій перегонці – напівгудрон, після відповідної очистки використовують для виготовлення високов'язких (залишкових) масел. Принципові схеми одержання палив і масел з нафти наведено на рис. 1.3 і 1.4.

З метою збільшення виходу з нафти паливних фракцій здійснюють хімічні деструктивні (вторинні) способи її переробки – розщеплення важких вуглеводневих молекул на більш легкі. Такий процес перетворення вуглеводнів називають крекінг-процесом.

Розроблені і знайшли застосування кілька видів крекінгу: термічний, каталітичний, гідрокрекінг, каталітичний риформінг.

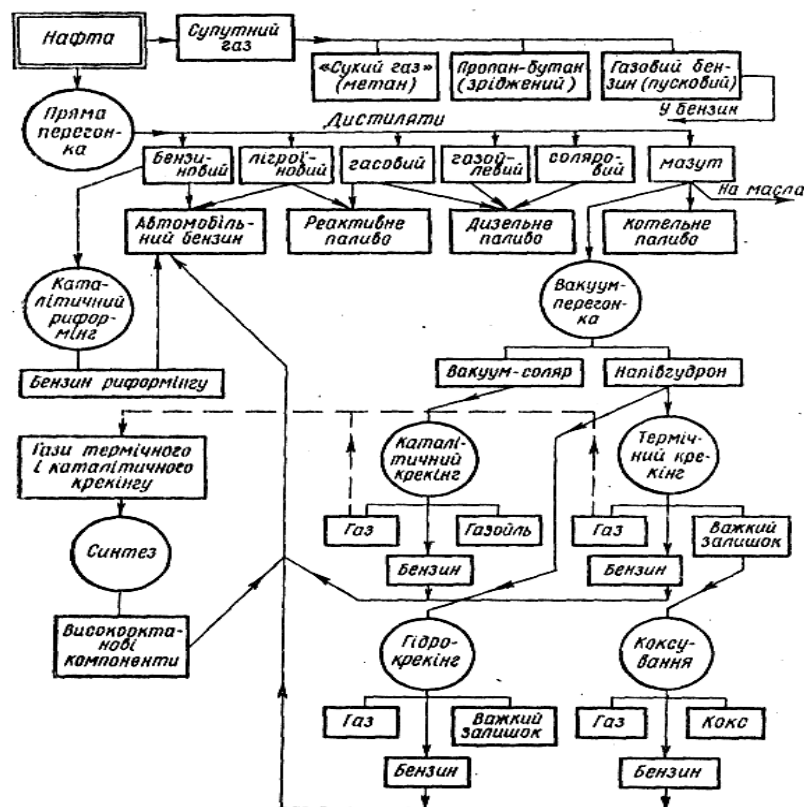


Рис. 1.3. Принципова схема одержання нафтового палива

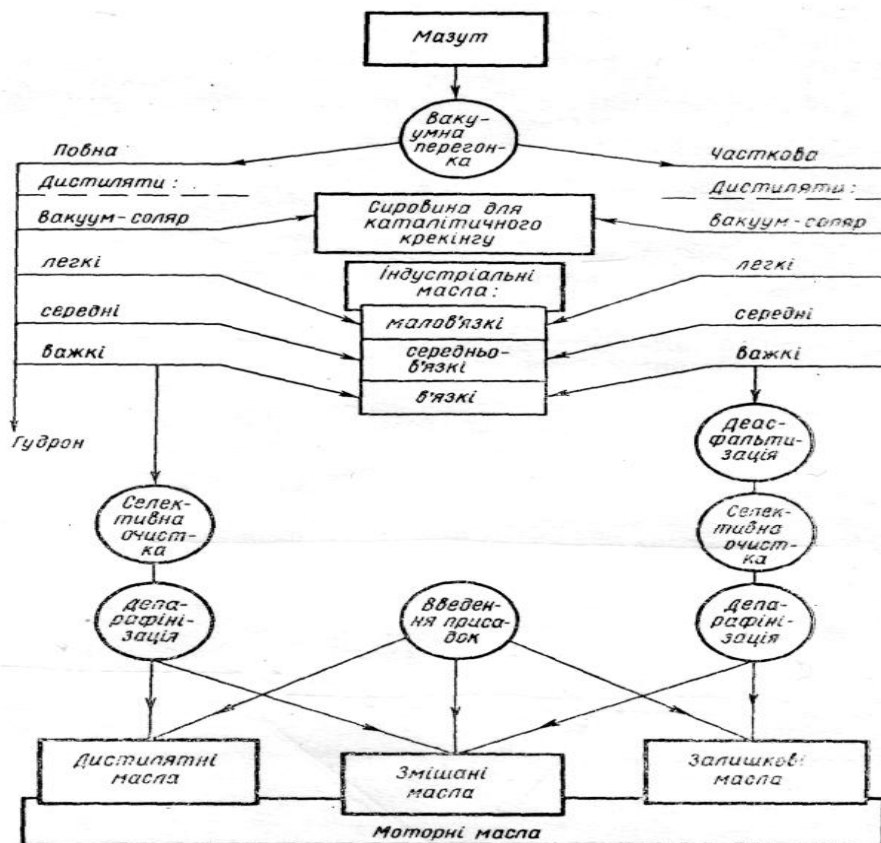


Рис. 1.4. Принципова схема одержання нафтових масел

Термічний крекінг — такий вид деструктивної переробки нафтової сировини, при якому розщеплення та зміна структури вуглеводнів відбувається під дією температури і тиску.

Сировиною для термічного крекінгу (температура 470...540°C, тиск 2...7 МПа) є вуглеводні великої молекулярної маси (мазут, гудрон, важкі газойлі каталітичного крекінгу). Вуглеводні розщеплюються із утворенням більш легких фракцій (газ, бензин, гас, газойль) і крекінг-залишку. Вихід продукції залежить від виду сировини та режиму процесу: при крекінгу мазуту одержують бензину 25...30%, вуглеводневого газу до 10%, гасово-газойлевих фракцій до 30% і крекінг-залишок; а при крекінгу газойля до 60% бензину.

Різновидом термічного крекінгу є вісбрекінг (легкий крекінг) — процес перетворення гудрону в котельне паливо з низькою в'язкістю і температурою застигання.

Другим різновидом термічного крекінгу є коксування — процес одержання дистилляту широкого фракційного складу і нафтового коксу з мазуту,

гудрону тощо. Коксування відбувається при температурі 505...515°C і тиску 0,2...0,3 МПа.

У даний час термічний крекінг через низьку якість палив, одержаних цим способом (вони не забезпечують вимоги сучасних двигунів), майже повністю витіснений іншими сучасними способами вторинної переробки нафти.

Каталітичний крекінг — основний сучасний спосіб одержання високоякісного бензину з важких фракцій. Від термічного він відрізняється режимом температур (450...550°C, тиск 0,1...0,3 МПа) і наявністю каталізаторів, в присутності яких процеси деструкції ідуть у напрямку утворення ізомерних, насичених, найцінніших для бензину вуглеводнів. Каталізаторами служать алюмосилікати, цеоліти тощо, які відзначаються пористою структурою (1 г каталізатора має активну поверхню до 400...500 м²), що забезпечує їм високу активність. Основною сировиною каталітичного крекінгу є вакуумні дистиляти, іноді гасово-газойлеві фракції прямої перегонки. В результаті каталітичного крекінгу одержують продукти, в яких вміст ізопарафінових і ароматичних вуглеводнів доходить до 55 %, нафтенів — 20...25 %.

Загальний вихід бензинових фракцій досягає 50% і більше, їх октанове число 78...85 (за моторним методом) або 87...91 (за дослідним).

Каталітичний риформінг призначений для підвищення детонаційної стійкості бензинів і одержання ароматичних вуглеводнів. Це основний спосіб виробництва високооктанових бензинів (АИ-93, АИ-98). Основною сировиною установок каталітичного риформінга є бензинові фракції прямої перегонки. В перспективі планується використовувати як сировину бензин гідрогенізації вугілля та сланців, а також бензин із синтез-газу. Риформінг здійснюють при температурі 470...530°C і тиску 2...4 МПа в присутності молібденового (гідроформінг) або платинового (платформінг) каталізаторів у середовищі водню. Платформінг, як більш зручний і безпечний процес, суттєво витіснив гідроформінг.

Гідрокрекінг — процес, призначений для одержання світлих нафтопродуктів — бензину, гасу, дизельного палива, а також зріджених газів

при переробці нафтової сировини, яка має більш високу молекулярну масу (газойль, нафтовий залишок) під тиском водню.

Гідрокрекінг являє собою різновид каталітичного крекінгу в присутності водню (температура 360...440°C, тиск 15...17 МПа) і алюмокобальто-молібденового або алюмонікельмолібденового каталізаторів. Октанове число бензинових фракцій гідрокрекінгу 85...88 (за дослідним методом).

Серед способів виробництва палив і їх компонентів заслуговує на увагу переробка нафтових газів (супутніх та газів нафтопереробки): алкілування, полімеризація, ізомеризація.

Алкілування — процес одержання алкілбензину, високооктанових компонентів бензину каталітичним приєднанням алкільних радикалів (алкілуванням) з ізобутану, бутилену і пропілену. Каталізаторами служать концентрована сірчана кислота або безводний фтористий водень. Процес відбувається під тиском 0,35...0,60 МПа і температурі 5...15°C. В результаті цього одержують легкий алкілат — високооктановий компонент бензину (октанове число 91...95 за моторним методом) і важкий алкілат— (використовують як розчинник або компонент дизельного палива).

Полімеризація — процес одержання низькомолекулярних полімерів, які застосовуються для виробництва моторних палив. Сировиною для полімеризації є пропан-пропиленова і бутан-бутиленова фракції. Процес здійснюється при температурі 190...230 °C, тиску 1,7...8,0 МПа у присутності каталізаторів. Продукція — полімербензин (октанове число 82...97 за моторним методом), а також високооктанові його компоненти (ізогексани) з октановими числами 81...85 за моторним методом. Недоліком полімербензинів є низька їх хімічна стабільність.

Ізомеризація парафінових вуглеводнів — процес призначений для підвищення октанового числа пентан-гексанових фракцій бензинів і відбувається при температурі 360...440°C, тиску 2...4 МПа у присутності водню та каталізаторів. Продукцією ізомеризації є ізопарафінові вуглеводні, як

високооктанові компоненти автомобільних бензинів та індивідуальні вуглеводні — ізобутан та ізопентан, як сировина для нафтохімії.

1.2.3 Короткі відомості про одержання палив і масел з не нафтової сировини.

Інтенсивний розвиток техніки викликав необхідність розширення сировинної бази для виготовлення палив і масел, оскільки запаси нафти обмежені. Тому ведуться роботи з дослідження технологій виготовлення альтернативних палив і масел (так називають паливно-мастильні матеріали виготовлені з ненафтової сировини). На даний час промисловість освоїла такі способи одержання альтернативних палив і масел: з твердих горючих копалин і газів та синтезуванням.

Хімічний склад горючої частини твердих горючих копалин (вугілля, сланці, торф тощо) — це ті ж елементи, з яких складається і нафта: вуглець, водень, сірка, кисень і азот. Наявність вуглецю і водню у твердих горючих копалина дає можливість використати їх як сировину для одержання рідких палив і для цього застосовують різні процеси.

Перегонка смол на рідке паливо являє собою процес фракційної переробки, аналогічний процесу перегонки нафти. Смоли одержують у результаті термічної переробки і нагрівання без доступу повітря до твердого пального копалина. У процесі нагрівання, що протікає при температурі 500...550°C та зветься напівкоксуванням, утворюються гази, напівкокс і смола напівкоксування. Наприклад, вихід цієї смоли з бурих вугіль складає по масі приблизно 12...22%.

При фракційній перегонці з такої смоли напівкоксування одержують 18...22% бензину, 20...25% гасу і 50...60% мазуту, що, у свою чергу, може використовуватися як сировина для крекінг-процесу і цим додатково підвищити вихід світлих палив.

Деструктивна гідрогенізація поєднує процеси розщеплення з'єднань вихідної сировини (вугілля, нафтового залишку й ін.) і гідрування їх шляхом

приєднання водню для одержання суміші вуглеводнів. При виборі вихідної сировини важливим є співвідношення вмісту вуглецю і водню.

Гідрогенізація вугіля дає вихід бензину до 60%, залишків нафти до 73...79%, при цьому газоподібних продуктів виходить відповідно 30 і 20...24%.

Синтез газів заснований на одержанні різних вуглеводнів у результаті взаємодії окису вуглецю CO і водню H при підвищеному тиску та у присутності CO -каталізаторів. Цей процес називають *синтін-процесом*.

При синтезі газів утворюються бензин, газоподібна фракція і конденсоване масло. Вихід бензину складає 40...45%, дизельного палива 15...20%, важкої фракції 10...17%. Синтезоване паливо використовується в суміші з паливними фракціями, отриманими прямою перегонкою нафти.

Одержання синтетичних масел. Синтезування визначених груп вуглеводнів з введенням ряду інших з'єднань дає можливість одержувати високоякісні масла з заздалегідь заданими експлуатаційними властивостями. Такі масла називають синтетичними. Вони однорідні за складом і містять переважно парафінові вуглеводні.

Полесилоктанові масла (силікони), що одержали переважне поширення, — це полімерні кремнійорганічні з'єднання, основу яких складають атоми кремнію, що чергуються, і кисню з приєднаними до атомів кремнію вуглеводних радикалів різної будівлі. Такі масла не втрачають своїх цінних властивостей у широкому діапазоні температур і характеризуються низькою температурою застигання, у порівнянні з нафтовими маслами володіють високою протикорозійною стійкістю. Разом з тим у них гірше змащувальна здатність.

Поліанкиленгліколеві масла мало розташовані до утворення відкладень на деталях, володіють гарною змащувальною здатністю і необхідними в'язкісними властивостями, у них дуже низька температура застигання (до $-65^{\circ}C$) і ін.

Фторевуглеродні і хлорфторевуглеродні масла призначені для роботи в агресивних середовищах, а також в умовах високих температур. Їх

використовують при виготовленні спеціальних пластичних мастил і рідин для гідросистем.

1.2.4 Способи очищення палив.

Паливні дистиляти, одержувані при перегонці нафти, не можуть бути використані безпосередньо як товарні палива, оскільки містять з'єднання, що значно погіршують їхню якість (кисневі, сірчисті й ін.). Бензини ж термічного крекінгу містять, крім того, велику кількість маслостійких неграничних вуглеводнів, здатних легко окислятися і полімеризуватися. У зв'язку з цим для одержання необхідних експлуатаційних властивостей палива очищають від небажаних компонентів та стабілізують.

Методи очищення можна розділити на хімічні, при яких шкідливі з'єднання вступають у хімічні реакції з реагентом, що додається в паливо, і фізичні, при яких шкідливі з'єднання розчиняються або адсорбуються спеціальними речовинами. До хімічного відносять способи очищення сірчаною кислотою, лугами, плюмбитами, хлоридами металів і т.д., а до фізичних – застосування селективних розчинників і адсорбентів.

При впливі на паливо сірчаною кислотою виходять продукти реакцій, що віддаляються у виді кислого гудрону, а потім виконується - обробка лугою (водяним розчином $NaOH$), промивання водою і відстоювання для видалення солей, що залишилися в паливі. При нормальній температурі сірчана кислота не вступає в реакцію з парафіновими і нафтовими вуглеводнями. Ароматичні вуглеводні, оскільки очищення палива ведеться невеликою кількістю сірчаної кислоти (0,2...0,8%), також практично зберігаються. Неграничні вуглеводні активно вступають у реакцію із сірчаною кислотою, тому для палив термічного крекінгу, що містять багато неграничних вуглеводнів, застосовують очищення тільки плюмбитами і хлоридами металів.

Очищення адсорбентами, в якості яких використовують відбілюючі землі, заснована на явищі адсорбції, тобто виборчому поглинанні окремих з'єднань, що знаходяться в паливі, що очищається. Очищення проводять, пропускаючи пари палива через спеціальний шар відбілюючої землі, витрата

адсорбенту при цьому складає 1...2% маси палива. Дослідженнями встановлено, що відбілюючі землі діють також каталітично, викликаючи реакції полімеризації ненасичених вуглеводнів і частково реакції ізомеризації.

Гідрогенаційне очищення є найбільш ефективним способом очищення палива від сірчистих з'єднань та інших шкідливих домішок. Таке очищення здійснюється в присутності водню і каталізаторів.

Хімічну стабільність палив, що містять значну кількість неграничних вуглеводнів, підвищують, додаючи до них у дуже невеликих дозах спеціальні речовини – антиокислювачі, що гальмують процеси окислювання та осмолення. Як антиокислювачі застосовують а-нафтол, фенольні фракції деревної смоли (240...310 °C), параоксидифеніл.

1.2.5 Способи очищення масел.

Масляні дистиляти, одержані перегонкою мазуту, через зміст ряду з'єднань (смолисто-асфальтові речовини, органічні кислоти, що легко окисляються і полімеризуються неграничні вуглеводні) без відповідного очищення не можуть застосовуватися як товарні масла. Найпоширенішими способами очищення масляних дистилятів служать кислотно-лужний, кислотно-контактний, селективний, а також процеси деасфальтизації і депарафінізації масел.

Кислотно-лужне очищення масел аналогічне відповідному очищенню палив, але для нього потрібно більше реагенту – сірчаної кислоти (від 3 до 6% для дистиляційних і до 7...10% для залишкових масел). Після відділення кислого гудрону масло обробляється водяним розчином лугу (NaOH), промивається водою для розчинення і видалення солей і потім просушується гарячим повітрям.

Кислотно-контактне очищення здійснюється після очищення масла сірчаною кислотою і полягає у тому, що масло йде не на лужне, а на контактне очищення відбілюючими глинами, в результаті якого відбувається адсорбування з масла полярно-активних компонентів, у тому числі органічних компонентів і сульфокислот, залишків сірчаної кислоти, кислого гудрону і т.д.

У якості відбілюючих глин застосовуються гумбрин, зикейвська земля, силікагель і ін. Кількість адсорбенту при очищенні складає від 3 до 5% маси масла.

Селективне очищення припускає застосування спеціальних селективних (виборчо-діючих) розчинників, що, не впливаючи на основні вуглеводні компоненти, розчиняють небажані компоненти масел. При наступному відстоюванні розчин розшаровується на рафінований шар з очищеного масла та екстрактний, що представляє собою суміш розчинника і вилучених з масла шкідливих з'єднань. Екстрактну частину після очищення масла піддають розгонці; відігнаний розчинник може бути використаний повторно. В якості селективних розчинників застосовують фурфурол, фенол, нітробензол, технічним пропан і ін.

Деасфальтизацію застосовують, коли в маслі багато смолисто-асфальтових речовин, що ускладнює сірчаноокислотне або селективне очищення. Тому такі масла попередньо піддають деасфальтизації, яку проводять за допомогою спеціальних розчинників (зокрема, рідкого пропану), що осаджують смолисто-асфальтові речовини. Після, видалення осаду масло направляють на основне очищення.

Депарафінізація має на меті видалення з масляного дистиляту парафіністих нафтових вуглеводнів, що кристалізуються при зниженні температури. Процес депарафінізації заснований на тому, що парафіни і церезини значно гірше розчиняються в деяких легких розчинниках, чим основні вуглеводні масла, особливо при низькій температурі. Депарафінізація звичайно завершує процес очищення масла.

1.2.6 Загальні показники фізико-хімічних і експлуатаційних властивостей нафтопродуктів.

Для успішного вирішення проблем якості і ефективного використання паливо-мастильних матеріалів першочергове значення має оцінка їх властивостей. Вимоги до якості паливо-мастильних матеріалів визначаються показниками якості, які вказані в нормативно-технічній документації. В

хіммотології всі властивості нафтопродуктів поділяють на найбільш важливими ознаками на фізико-хімічні і експлуатаційні.

Фізико-хімічні властивості нафтопродуктів визначаються стандартними методами аналізів в лабораторних умовах. До цих показників відносять густину, випарність, температури спалаху, помутніння, застигання, вміст механічних домішок, води тощо.

Експлуатаційні властивості характеризують продукт безпосередньо у вузлі, агрегаті, механізмі. До них відносять детонаційну стійкість, схильність до нагаро- лако- і осадкоутворень (стабільність), миючі, корозійні, протиспрацювальні та інші властивості.

Якість нафтопродуктів залежить не тільки від їх елементного і групового хімічного складів, способу одержання і очистки, але і від їх фізико-хімічних і експлуатаційних властивостей. Не всі показники якості рівноцінні. За одними можна проконтролювати відповідність даного нафтопродукту вимогам стандарту, а за іншими — реально уявити, якими будуть результати його застосування в експлуатації. Кожний з цих показників по-своєму важливий, тому сукупність їх дозволяє оцінити якість нафтопродуктів. Нижче наведені лише загальні показники якості фізико-хімічних і експлуатаційних властивостей нафтопродуктів.

Густина — це маса речовини, яка міститься в одиниці об'єму. В системі СИ густина вимірюється в г/см^3 , але на практиці найчастіше мають справу з безмірною величиною — відносною густиною. Це — відношення маси речовини, при температурі визначення, до маси води при 4°C , при однаковому їх об'ємі. Густина води при 4°C прийнята за одиницю.

У стандартах передбачається визначати відносну густину при 20°C (ρ_4^{20}). У тих випадках, коли температура визначення густини відрізняється від 20°C одержане значення густини при $t^\circ\text{C}$, приводять до стандартної за формулою:

$$\rho_4^{20} = \rho_4^t + \nu(t - 20), \quad (1.24)$$

де ν — температурна поправка на 1°C (знаходять за розрахунковими таблицями; змінюється в межах $0,000515 \dots 0,000910$).

Визначають густину в виробничих умовах з допомогою нафтоденсиметрів рис. 1.5, але існують і інші методи, які застосовують при лабораторних випробуваннях (за допомогою пікнометрів, гідростатичних терезів).

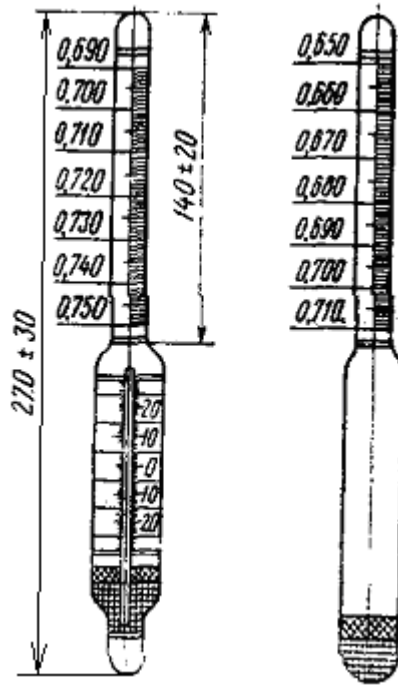


Рис. 1.5. Нафтоденсиметри (ареометри):

а – з термометром; б – без термометра.

Для визначення густини в'язких рідин, коли неможливий безпосередній замір за допомогою нафтоденсиметра, готують суміш рідини, густину якої досліджують, з розчинником відомої густини у відповідному співвідношенні (наприклад 1:2). Визначають густину суміші, а потім перераховують густину в'язкої рідини за формулою:

$$\rho_x = 3\rho_{\text{сум}} - 2\rho_{\text{розч}}, \quad (1.25)$$

де ρ_x — густина в'язкої рідини;

$\rho_{\text{сум}}$ — густина суміші;

$\rho_{\text{розч}}$ — густина розчинника.

Густина нафтопродукту — важливий його показник, її необхідно знати для обліку витрати і нормування нафтопродуктів у господарствах, оскільки отримують їх з нафтобази в одиницях маси (кг, т), а при заправці видають в

об'ємних одиницях (л). Крім того за густиною можна судити про вид нафтопродуктів та їх змішування між собою.

В таблиці 1.6 наведені значення густини деяких нафтопродуктів.

Таблиця 1.6. Густина нафтопродуктів.

Вид нафтопродуктів	Густина, г/см ³
Авіаційний бензин	0,70...0,725
Автомобільний бензин	0,735...0,750
Лігроїн	0,750...0,770
Тракторний керосин	0,820...0,835
Освітлювальний керосин	0,840
Дизельне паливо	0,835...0,860
Солярне масло	0,860...0,880
Дизельне моторне масло	0,890...0,920
Авіаційне масло	0,880...0,905
Карбюраторне моторне масло	0,910...0,930

В'язкість — це властивість рідини чинити опір взаємному переміщенню її шарів під дією зовнішньої сили. Зовнішньою ознакою в'язкості є ступінь рухомості рідини: чим менше в'язкість, тим рідина рухоміша, і навпаки. В'язкість залежить головним чином від хімічного складу і температури нафтопродуктів. Розрізняють динамічну, кінематичну і умовну в'язкості.

Динамічна в'язкість (η) — коефіцієнт внутрішнього тертя. Одиницею вимірювання є Паскаль•секунда (Па•с), яка чисельно дорівнює опору, що виникає при взаємному переміщенні двох шарів рідини площею 1 м², віддалених на 1 м один від одного, з швидкістю 1 м/с під дією сили в 1 Н. Допускається застосовувати одиницю Пауз — П(г/см² • с), 1 П = 0,1 Па • с.

Динамічну в'язкість вимірюють в ротаційному або капілярному віскозиметрах. При визначенні динамічної в'язкості в капілярному віскозиметрі заміряють час витікання рідини через капіляр віскозиметра під дією певного тиску (не нижче 13,3 кПа). Динамічну в'язкість розраховують за формулою:

$$\eta_t = c \cdot \tau \cdot P, \quad (1.26)$$

де c — постійна віскозиметра;

τ — час витікання рідини;

P — середнє значення тиску за манометром.

Кінематична в'язкість (ν) — питомий коефіцієнт внутрішнього тертя, відношення динамічної в'язкості до густини, при тій же температурі. Одиниця вимірювання — $\text{м}^2/\text{с}$ або $\text{мм}^2/\text{с} = 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$. Таким чином, якщо динамічна в'язкість є коефіцієнтом внутрішнього тертя, то кінематична в'язкість являє собою питомий коефіцієнт внутрішнього тертя.

Кінематичну в'язкість нафтопродуктів як правило визначають за допомогою капілярних віскозиметрів ВПЖ-1, ВПЖ-2 та віскозиметра Пінкевича. Перший віскозиметр рекомендується для прозорих рідин при позитивних температурах, а другий — для різних рідин в широкому діапазоні температур. Кінематична в'язкість палив дизельних швидкохідних двигунів нормується при $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, тихохідних — при $50\text{ }^{\circ}\text{C}$, змащувальних моторних масел — при $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Визначення кінематичної в'язкості в капілярних віскозиметрах засновано на тому, що в'язкість рідин прямо пропорційна часу протікання однакових їх кількостей через капіляр, який забезпечує ламінарність потоку.

Загальний вид віскозиметра Пінкевича показано на рис. 1.6. Для кожного віскозиметра, що відрізняються один від іншого діаметром капіляра, визначається його постійна C , яка являє собою відношення в'язкості ν_{k20} (сСт) калірувальної рідини при $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до часу T_{k20} (с) протікання цієї рідини під дією власної маси також при $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ з об'єму 1 від мітки a до мітки b через капіляр 2 в розширення 3:

$$C = \frac{\nu_{k20}}{T_{k20}} \quad (1.27)$$

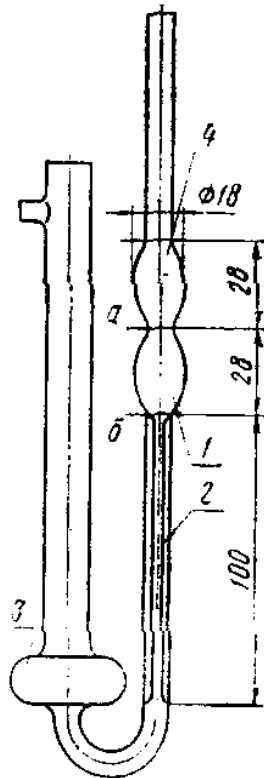


Рис. 1.6. Схема капілярного віскозиметра Пінкевича

Для визначення в'язкості заданого нафтопродукту при температурі t за допомогою даного віскозиметра, необхідно його постійну C помножити на час T_t (с) протягом якого рідина з об'єму розширення 1 перетече від мітки a до мітки b , тобто:

$$\nu_t = CT_t. \quad (1.28)$$

Кількість нафтопродукту для віскозиметра береться в об'ємі двох розширень 1 та 4.

Умовна в'язкість — величина, яка показує у скільки разів в'язкість нафтопродукту при температурі вимірювання більша або менша в'язкості дистильованої води при температурі 20°C . Умовна в'язкість вимірюється в градусах умовної в'язкості ($^\circ\text{ВУ}$).

Для переходу від умовної в'язкості до кінематичної використовують спеціальні таблиці або формулу:

$$\nu_t = 10^{-4} \left(0,0731^\circ\text{ВУ}_t - \frac{0,0631}{^\circ\text{ВУ}_t} \right). \quad (1.29)$$

Умовну в'язкість знаходять за допомогою віскозиметра умовної в'язкості. Визначення базується на вимірюванні часу витікання 200 мл нафтопродукту при певній температурі. Умовну в'язкість підраховують за формулою:

$$^{\circ}BU = \frac{\tau''}{c''}, \quad (1.30)$$

де τ'' – час витікання рідини, с;

c'' – постійна віскозиметра, с.

Від в'язкості палива залежать його прокачуваність, сумішоутворення і економічність роботи двигуна, а від в'язкості масла – втрати потужності на тертя та спрацювання (знос) деталей, що труться.

Механічні домішки і вода потрапляють у нафтопродукти під час виготовлення, транспортування, зберігання та видачі. Механічні домішки — тверді частинки органічного і неорганічного походження, які залишаються на паперовому фільтрі після фільтрування певної кількості палива.

Механічні домішки (грунтовий пил, продукти корозії резервуарів, трубопроводів, продукти спрацювання елементів системи живлення тощо) потрапляючи в камери згорання двигунів, спричиняють інтенсивне спрацювання поршневих кілець, стінок циліндрів. Тому стандартами не допускається наявність механічних домішок у рідких і газоподібних паливах, а в маслах суворо обмежується.

Вода в нафтопродуктах може знаходитися в розчиненому і у вільному станах. Кількість води в розчиненому стані залежить від вуглеводневого складу нафтопродукту і її дуже мало. Як правило, вода потрапляє ззовні і знаходиться у вільному стані. Наявність води в нафтопродуктах небажана, тому що вона підсилює корозію металів, прискорює розкладання, спрацювання і вимивання присадок. У зимовий період вода, що знаходиться в нафтопродуктах, утворюючи кристалики льоду, може припинити їх подачу. Тому стандартами не допускається наявність води в рідких і газоподібних паливах, а в маслі її повинно бути не більше 0,03 %.

Вміст води в нафтопродуктах визначають за допомогою приладу, показаного на рис. 1.7. Пробу масла в об'ємі 50 мл розчиняють такою кількістю бензину, температура кипіння якої близька до температури кипіння води (близько 100°C). Розчин заливають у колбу 1 і туди ж поміщають кілька шматочків пористої речовини (пемзи) для вирівнювання температури кипіння. При нагріванні відбувається одночасне випаровування бензину та води, яка знаходиться в маслі. Виникаючі пари конденсуються в холодильнику 3, і рідина стікає у відстійник 2. Вода, щільність якої більша щільності розчинника, збирається внизу відстійника, а розчинник над нею. Коли рівень води у відстійнику буде постійним, за градуванням відстійника визначають кількість води, а потім перераховують на процентний вміст.

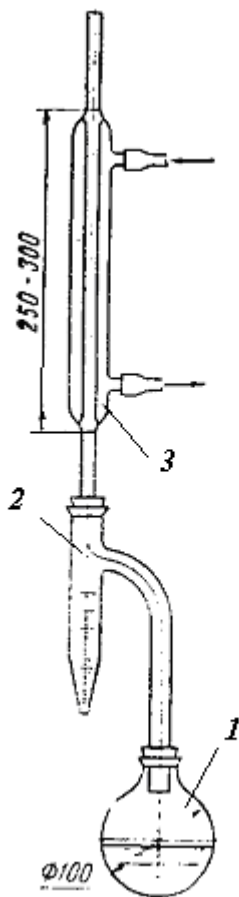


Рис. 1.7. Прилад для знаходження вмісту води в нафтопродуктах.

Стабільність нафтопродуктів. Під стабільністю нафтопродуктів мають на увазі їх здатність зберігати свої властивості в допустимих межах для конкретних експлуатаційних умов. Умовно розрізняють фізичну і хімічну стабільність.

Фізичну стабільність нафтопродуктів визначають як можливість зберігати фракційний склад (зміни викликаються втратою найбільш легких фракцій в результаті випаровування) і однорідність. Фізичну стабільність оцінюють і контролюють періодично, визначаючи густину, фракційний склад, тиск насиченої пари, температуру помутніння і застигання, вміст механічних домішок і води, та інші показники.

Під хімічною стабільністю нафтопродуктів розуміють їх здатність зберігати без зміни свій хімічний склад, бо в умовах експлуатації та довготривалого зберігання деякі з сполук (сірчисті, азотисті, кисневі, металоорганічні) можуть вступати в реакції окислення, полімеризації, конденсації, кінцевим результатом яких є накопичення смолистих речовин, лакових відкладень, нагарів.

Хімічна стабільність нафтопродуктів залежить від складу і будови їх вуглеводнів. Найбільш схильні до окислення ненасичені вуглеводні, а парафінові, нафтенові і ароматичні вуглеводні окислюються в умовах зберігання порівняно повільно. Кислі сполуки, що утворилися в результаті окислення, самі є каталізаторами подальшого окислення нафтопродуктів. Тому цей процес оцінюють як самоприскорюючий або автокаталітичний. Окислення з підвищенням температури нафтопродуктів прискорюється. В той же час зі збільшенням молекулярної маси вуглеводнів, що входять в склад нафтопродуктів, їх схильність до окислення зменшується, а схильність до конденсації і полімеризації зростає.

Схильність нафтопродуктів до окислення підвищується в присутності води, наявність якої призводить до накопичення речовин, що діють на процес окислення як каталізатори (солі нафтових кислот, оксиди заліза тощо). Каталітичну дію на смолоутворення здійснюють також деякі кольорові метали (свинець, мідь).

В результаті окислення нафтопродуктів утворюються розчинні органічні і смолисті речовини. Розрізняють смоли: фактичні і потенціальні.

Фактичні смоли — це смолисті речовини, які уже присутні в нафтопродуктах. Вміст фактичних смол нормується стандартами і визначається випаровуванням гарячих повітрям певної кількості нафтопродукту (100 мл) при

підвищеній температурі (для бензину 150°C, дизельного палива 250°C) за залишком в мг, одержаним після випаровування.

Потенціальні смоли — це смолисті речовини, які можуть утворюватися в процесі окислення і полімеризації, головним чином ненасичених вуглеводів нафтопродукту. Визначення вмісту цих смол в нафтопродуктах ще не має загальноприйнятого методу, тому про потенціальні можливості їх до смолоутворення свідчить лише показник стабільності, який оцінюється індукційним періодом. Індукційним періодом називають час, протягом якого нафтопродукт, що знаходиться в умовах сприятливих до окислення, не поглинає кисень.

Для підвищення стабільності нафтопродуктів до них додають спеціальні речовини (присадки) — антиокислювачі (стабілізатори), які здатні обривати ланцюгові реакції окислення, тим самим збільшуючи індукційний період. Для зменшення каталітичної дії металів у нафтопродукт додають речовини — деактиватори. Це спеціальні сполуки, які нейтралізують каталітичну дію кольорових металів.

Корозійні властивості. Одна з основних вимог до нафтопродуктів — це мінімальна корозія металів з якими вони контактують. Під корозією розуміють самовільне руйнування твердих тіл внаслідок хімічних і електрохімічних процесів, що розвиваються на поверхні тіл при їх взаємодії із зовнішнім середовищем. Корозія металів відбувається внаслідок їх взаємодії з хімічно активними речовинами, що містяться в нафтопродуктах (водорозчинні кислоти, луги, органічні кислоти тощо). Від вуглеводнів нафтопродукту метали не кородують.

Водорозчинні кислоти і луги. В нафтопродуктах наявність водорозчинних (мінеральних) кислот і лугів не допускається. Однак вони можуть потрапити в нафтопродукти під час їх транспортування, зберігання, а також послаблення контролю за процесом очистки. У таких випадках не виключена присутність в нафтопродуктах сірчаної кислоти і сульфокислот та лугів, які спричиняють сильну корозію чорних і кольорових металів (луги спричиняють корозію алюмінію).

Органічні кислоти. Основу органічних кислот складають нафтенові кислоти $R-COOH$, які потрапляють в нафтопродукт з важкими фракціями під час перегонки нафти або продукти, що утворилися внаслідок окислювальних процесів при зберіганні нафтопродуктів. Нафтенові кислоти спричиняють корозію тільки кольорових металів, а утворені ними кислі продукти, діють практично на всі метали.

Органічні кислоти за корозійною активністю значно слабші водорозчинних, тому наявність їх в нафтопродуктах допускається і обмежується у паливах показником “кислотність”, а у мастильних матеріалах — “кислотним числом”.

Кислотність — кількість (мг) лугу KOH , необхідна для нейтралізації 100 мл палива. *Кислотне число* — кількість лугу KOH (мг), що необхідна для нейтралізації 1 г мастильного матеріалу. Кислотність (кислотне число) нафтопродукту визначають шляхом витяжки з нього органічних кислот киплячим етиловим спиртом і послідовним титруванням витяжки спиртовим розчином KOH .

Сірчисті сполуки за корозійною агресивністю поділяють на активні і неактивні. При згорянні як активні, так і неактивні сполуки утворюють сірчистий і сірчаний ангідриди. Дуже важливо при експлуатації двигунів на паливі з високим вмістом сірки підтримувати оптимальний тепловий режим (рис. 1.8), оскільки в зоні високих температур проявляється газова корозія, а в зоні низьких температур – рідинна корозія.

Сірка шкідлива не тільки з точки зору корозійного спрацювання деталей, а також і тому, що при роботі двигунів на паливі з високим вмістом сірки утворюється більше твердого і щільного нагару, частинки якого, потрапляючи в масло, прискорюють зношування циліндро-поршневої групи та зменшують термін роботи самого масла.

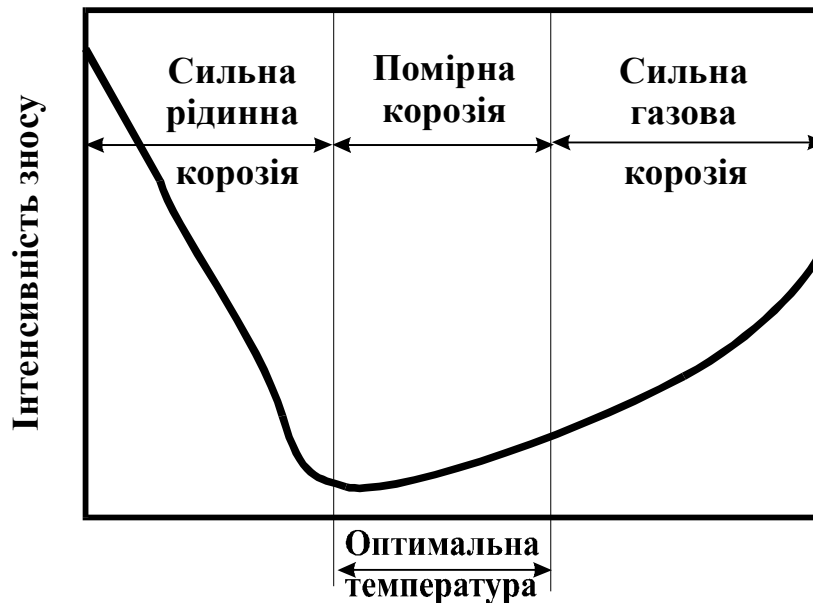


Рис. 1.8. Залежність корозійного зносу від теплового режиму роботи двигуна

1.3. Експлуатаційні властивості та використання палив для двигунів з примусовим запалюванням

1.3.1 Умови застосування і основні вимоги до бензинів.

До двигунів з примусовим запалюванням відносять поршневі і роторно-поршневі карбюраторні двигуни, двигуни з системою впорскування палива і двигуни, що працюють на газоподібному паливі. Основним паливом для цих двигунів є бензин. Бензин – це складна суміш летких ароматичних, нафтових, парафінових вуглеводів та їх похідних з числом атомів вуглецю від 5 до 10, який має середню молекулярну масу біля 100. Легкозаймиста, без кольору або жовтувата (коли без спеціальних добавок) рідина, що википає при 35...205 °С.

Потужність і економічність двигуна, що розвивається, та його надійність в значній мірі залежить від якості бензину. Бензини повинні відповідати певним експлуатаційним властивостям. Ці властивості регламентуються значеннями ряду фізико-хімічних показників, закріплених згідно ГОСТ.

У самому загальному вигляді палива, що застосовуються, повинні відповідати наступним основним експлуатаційним вимогам:

- мати найбільшу теплоту згоряння;
- володіти хорошими сумішоутворюючими властивостями;
- забезпечувати високу детонаційну стійкість;
- бути стійкими до нагароутворення;
- не містити в собі механічних домішок і води;
- не проявляти схильність до корозійного впливу;
- не втрачати свою якість у широкому інтервалі температур;
- бути стабільними при транспортуванні та зберіганні;
- не забруднювати навколишнє середовище відпрацьованими газами.

Для того щоб в достатній мірі відповідати всім цим вимогам, карбюраторні палива повинні володіти великою випаровуваністю та мати необхідний фракційний склад, від якого залежить якісне сумішоутворення і протидетонаційна стійкість, яка забезпечує нормальне згоряння палива.

1.3.2 Сумішоутворюючі властивості бензинів.

Процес сумішоутворення в двигунах з примусовим запаленням робочої суміші умовно поділяють на дві стадії: дозування і випаровування палива. В карбюраторних двигунах ці стадії взаємозв'язані, тому що в дозуючому карбюраторі відбуваються одночасно дві стадії, причому випарювання тут відбувається тільки частково. У системах впрыскування стадії дозування палива чітко розділені за часом в просторі.

На дозування палива впливають його основні фізичні властивості – густина і в'язкість. Густина палива для товарних бензинів не нормується, але її необхідно знати не тільки для розрахунку дозуючих систем, але і при перерахунку об'ємних одиниць в масові та навпаки, під час приймання та видачі бензину.

При розрахунку пропускної здатності жиклерів в карбюраторі або дозуючих пристроїв систем впрыскування потрібно враховувати те, що із зниженням температури в'язкість палива збільшується в 8...10 раз швидше, ніж

густина, тому масова частка витрати палива через дозуючий пристрій зменшується.

Для надійної роботи двигуна ще недостатньо точно реалізувати дозування палива, дуже важливо, щоб паливо перед згорянням випарувалось і утворилась паливна суміш. Утворення суміші палива і повітря залежить як від фізичних властивостей самого палива (фракційний склад, тиск насиченої пари, поверхневий натяг), так і від умов, в яких відбувається даний процес (відносна швидкість палива і повітря, їх температура тощо).

Фракційний склад впливає на експлуатаційні властивості бензину. Від фракційного складу бензину залежить пуск двигуна, час його прогрівання і приємність, спрацювання деталей циліндро-поршневої групи; витрата палива, масла; токсичність відпрацьованих газів тощо. Для характеристики фракційного складу в стандарті вказані температури початку перегонки, температури, при якій переганяється 10, 50 і 90% бензину, а також температура кінця його кипіння. Крім того визначають залишок після перегонки і втрати.

За температурою перегонки 10% бензину ($t_{10\%}$) роблять висновок про наявність в ньому пускових (головних) фракцій, від яких залежить легкість пуску холодного двигуна. Чим нижча ця температура, тим легше і швидше можна запустити двигун, оскільки більша кількість бензину надходитиме у циліндри у вигляді пари. Важливо, щоб температура $t_{10\%}$ була невисокою для бензинів, які використовують при низьких температурах повітря.

При високій температурі перегонки 10% бензину ускладнюється пуск холодного двигуна, тому що основна кількість бензину подається в циліндри у рідкому стані. Такий бензин розріджує масло, змиваючи його з стінок циліндрів і призводить до підвищеного зношування деталей двигуна.

Якщо бензин має дуже низьку температуру $t_{10\%}$, то на прогрітому двигуні, особливо в спеку, під капотом у системі живлення можуть випаровуватись легко киплячі вуглеводні, утворюючи пари, об'єм яких у 15...200 разів більше об'єму бензину. При цьому вони порушують подачу палива з паливного бака до бензонасоса, тому це явище одержало назву „парової пробки”. Щоб запобігти йому рекомендують застосовувати бензин при

температурі навколишнього повітря (t'_n) не вище:

$$t'_n = t_{10\%} + 10, \quad (1.31)$$

Крім того, обмежуються кількість легко киплячих вуглеводнів у бензинах температурою $t_{10\%}$, яка для всіх марок літніх автомобільних бензинів повинна бути не нижче 35°C . За такої умови зменшуються втрати легко киплячих вуглеводнів від випаровування при зберіганні, у випадку нагрівання резервуарів сонячним промінням.

Використання бензину з високим вмістом легко киплячих фракцій, крім утворення „парових пробок”, може призвести, при підвищенні вологості до обледеніння карбюраторів в наслідок різкого зниження температури у випускній системі.

У системах впорскування бензину небезпека виникнення „парових пробок” практично виключена, оскільки паливо подається до форсунок спеціальним насосом, розміщеним не під капотом, а біля паливного бака.

Після пуску двигуна інтенсивність його прогрівання і прийомистість залежить головним чином від температури перегонки 50% бензину ($t_{50\%}$). Чим нижча ця температура, тим випаровуються середні фракції бензину, забезпечуючи стійку роботу двигуна на режимі холостого ходу і хорошу його прийомистість.

Проте використання бензину з низькою температурою $t_{50\%}$ може призвести до зниження коефіцієнта наповнення і потужності двигуна. Тому температура перегонки 50% палива для бензинів повинна бути у межах $100...115^\circ\text{C}$.

За температурою перегонки 90% ($t_{90\%}$) і температурою кінця кипіння (t_{KK}) роблять висновок про інтенсивність і повноту згоряння робочої суміші та про наявність у бензині важких (хвостових) фракцій. При наявності важких фракцій паливо випаровується неповністю, що призводить до нерівномірного розподілу пальної суміші між циліндрами, розрідження масла паливом, підвищення спрацювання деталей двигуна і витрати палива. Чим менший інтервал від $t_{90\%}$ до t_{KK} , тим якість палива вища.

Фракційний склад бензину визначають за ГОСТ 2177-82 за допомогою спеціального приладу показуваного на рис. 1.9

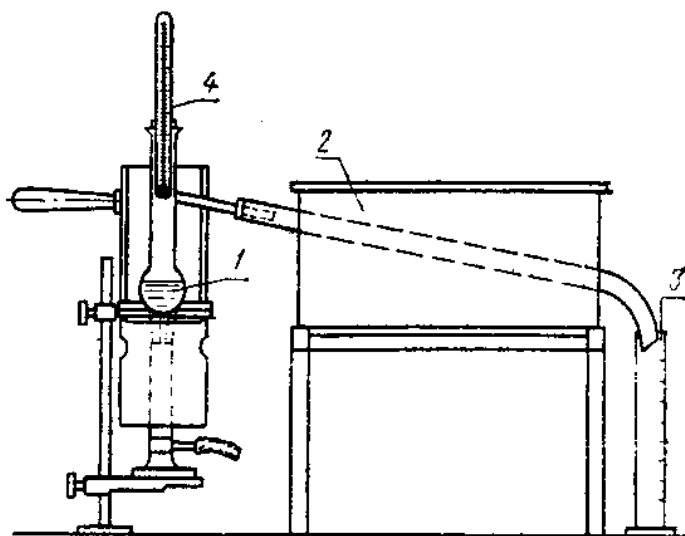


Рис 1.9. Прилад для визначення фракційного складу палива.

1 – колба; 2 – холодильник; 3 – мірний циліндр; 4 – термометр.

У колбу 1 заливають 100 мл досліджуваного палива і підігрівають до кипіння. Пари палива поступають в холодильник 2 і конденсуються. У момент падіння першої краплі конденсату у мірний циліндр 3 на термометрі 4 відмічають температуру, яку вважають початковою температурою кипіння палива. Потім послідовно фіксують температури, коли у мірному циліндрі нагромаджуються чергові 10% розгонки палива ($t_{10\%}$, $t_{20\%}$, $t_{30\%}$ і т.д.). Результати перегонки бензину відображають у вигляді кривих (рис. 1.10).

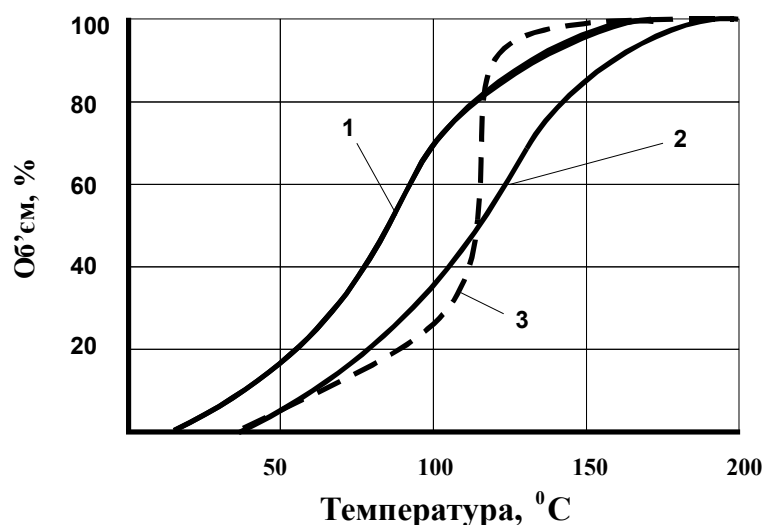


Рис. 1.10. Криві розгонки бензину:

1 – зимовий; 2 – літній; 3 – авіаційний.

Тиск насиченої пари характеризує випарність головних фракцій бензину і в першу чергу їх пускових властивостей. Чим більше тиск насиченої пари бензину, тим легше він випаровується і швидше відбувається пуск і прогрівання двигуна. Дуже високий тиск насиченої пари призводить до утворення „парових пробок”, зменшення наповнення циліндрів, а відповідно і до зниження потужності. Тому тиск насиченої пари для літніх видів бензинів допускається не вище 66,7 кПа, для зимових 66,7...93,3 кПа.

На сумішоутворюючі властивості бензину впливають його в'язкість і поверхневий натяг. Чим менша їх величина, тим дрібніше розпилюється паливо, тим більша поверхня його випарювання. Поверхневий натяг усіх автомобільних бензинів однаковий і при температурі 20 °С він дорівнює 20...24 мН/м, тобто приблизно в 3,5 рази менший, ніж у води.

На утворення однорідної паливної суміші, крім названих вище властивостей, впливає ще і вміст механічних домішок і води.

Механічні домішки в бензині не допускаються, оскільки вони призводять до засмічення паливних фільтрів, паливопроводів, жиклерів, що порушує нормальну роботу двигуна. Крім того, потрапляючи в двигун механічні домішки прискорюють спрацювання його деталей.

Вода в бензині не допускається. Вода небезпечна при температурі нижче 0°С, бо замерзаючи, утворює кристали, які можуть припинити доступ бензину. Крім того, вода сприяє окисленню бензину і є основною причиною корозії деталей системи живлення. Тому потрібно регулярно зливати воду і осад з паливних баків і паливних фільтрів.

1.3.3 Нормальне і детонаційне згоряння бензину.

Від досконалості протікання процесу згоряння палива залежать основні техніко-економічні показники роботи двигуна. Головними факторами, які впливають на процес згоряння палива, є хімічний склад самого палива, склад робочої суміші, тиск, температура, момент початку і кінця згоряння робочої суміші. Згоряння робочої суміші може бути нормальним і детонаційним.

Нормальне згорання. У двигунах з примусовим запалюванням робоча суміш, яка стиснута в циліндрі до 1,0...1,5 МПа і нагріта до 350...380 °С займається від електричної іскри свічки запалювання і згорає в процесі поширення фронту полум'я по всій камері згорання (рис. 1.11):

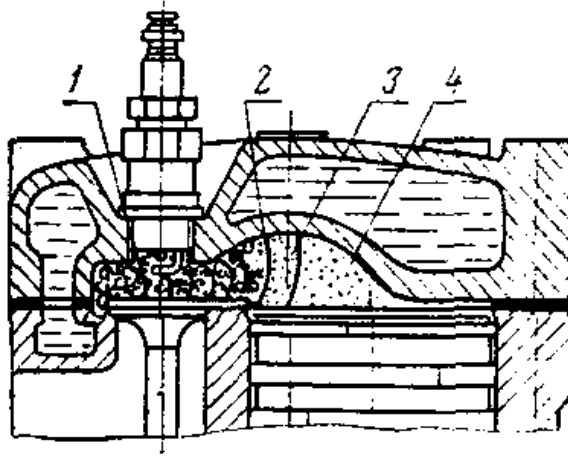


Рис. 1.11. Схема горіння робочої суміші в камері згорання двигуна:

1 – згораюча частина робочої суміші; 2 – фронт полум'я; 3 – зона безполум'яного окислення; 4 – частина робочої суміші, що не згоріла.

При нормальному згоранні робочої суміші тиск в циліндрі двигуна, як показує індикаторна діаграма (рис. 1.12) зростає плавно. При цьому виділяють три фази згорання: утворення осередку горіння (ділянка *а*), швидкого поширення фронту полум'я (ділянка *б*) і догорання (ділянка *в*).

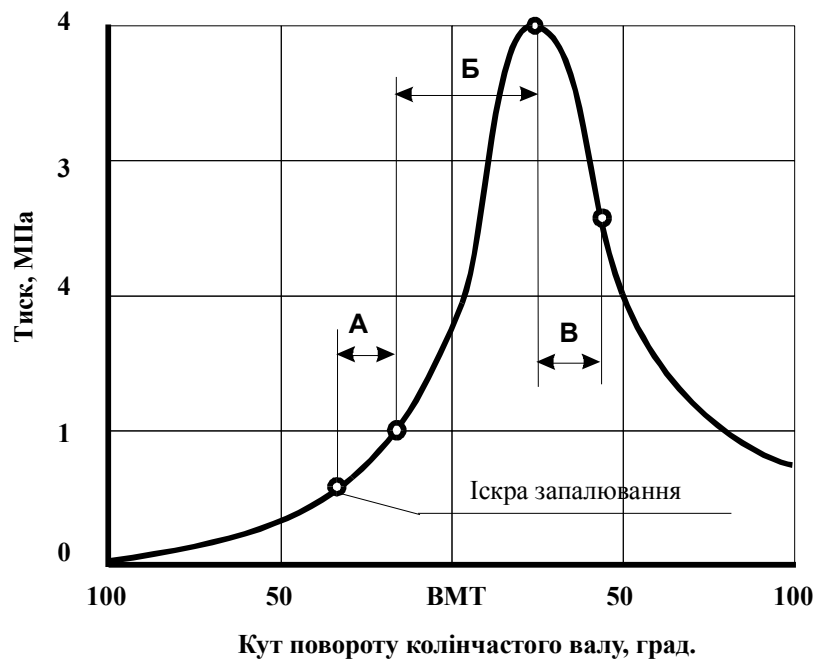


Рис. 1.12. Індикаторна діаграма роботи карбюраторного двигуна.

Перша фаза починається з моменту подачі іскри і закінчується в момент помітного підвищення тиску внаслідок згоряння. В цій фазі, осередок горіння, що виник між електродами свічки запалювання, поступово перетворюється в розвинутий фронт полум'я.

Друга – основна фаза - починається з моменту помітного підвищення тиску і закінчується в момент досягнення максимального тиску в циліндрі двигуна. Середня швидкість розповсюдження фронту полум'я складає 15...80 м/с. Ця фаза протікає практично при незмінному об'ємі, так як поршень протягом цієї фази знаходиться біля верхньої мертвої точки (ВМТ). На швидкість розповсюдження фронту полум'я чинить вплив збільшення тиску і температури робочої суміші. Максимальне значення швидкості фронту полум'я відповідає коефіцієнту надлишку повітря $\alpha = 0,93...0,95$. Збагачення або збіднення робочої суміші сприяє зниженню швидкості розповсюдження фронту полум'я. При збагаченні суміші це відбувається внаслідок недостатності кисню для горіння палива, а при збідненні суміші – з-за зниження температури робочої суміші, так як частина тепла витрачається на нагрівання лишньої кількості повітря.

Збільшення частоти обертання колінчастого валу двигуна позитивно впливає на швидкість розповсюдження фронту полум'я, що пояснюється підсиленням вихрових рухів робочої суміші, які в свою чергу спричиняють розширення поверхні фронту полум'я.

Заключна третя фаза – процес догорання робочої суміші. Для досягнення максимальної потужності і економічності роботи двигуна точки початку і кінця другої фази повинні бути розташовані приблизно симетрично відносно верхньої мертвої точки. Положення всіх фаз відносно ВМТ регулюють, змінюючи установку моменту запалювання. Кут у градусах повороту колінчастого валу від моменту проскакування іскри між електродами свічки запалювання до ВМТ називають кутом випередження запалювання, який залежить від властивостей бензину, конструктивних особливостей двигуна режиму його роботи. Для сучасних карбюраторних двигунів він знаходиться в межах 12...15°.

Детонаційне згоряння. Під час роботи двигуна внаслідок підвищення температурного режиму роботи, невідповідності октанового числа бензину вимогам двигуна, а також якості бензину стандартам може виникнути детонаційне (вибухове) згоряння робочої суміші. При детонаційному згорянні швидкість поширювання фронту полум'я досягає 1000...2300 м/с, а температура в циліндрах двигуна підвищується до 2500...3500 °С.

Відрізняючою особливістю детонаційного згоряння палива є поява ударних хвиль (рис. 1.13), які, багаторазово відбиваючись від стінок камери згоряння, викликають вібрацію і характерні металеві стуки. Зовнішніми виявами детонації може бути також димний випуск, оскільки при вибуховому розвитку процесу частина палива не встигає цілком згоріти. За рахунок ударної дії гарячих газів на стінки камери згоряння збільшується коефіцієнт теплопередачі, що приводить до перегріву двигуна. Невиробничі додаткові втрати тепла в систему охолодження і неповнота згоряння палива викликають зниження потужності двигуна.

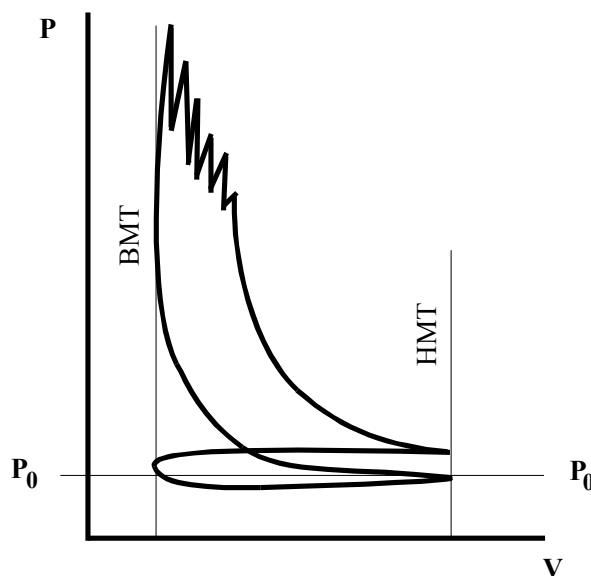
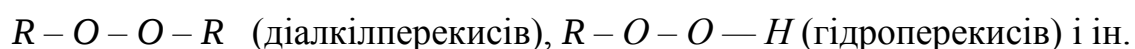


Рис. 1.13. Індикаторна діаграма при детонаційному згорянні палива.

При детонаційному згорянні відбувається різке збільшення теплових і механічних навантажень, коксування поршневих кілець і клапанів, посилений знос і вихід з ладу деталей циліндро-поршневої групи і вкладишів колінчастого валу. Зовнішні ознаки детонаційного згоряння виявляються вже при вибуховому згорянні 5% суміші. Якщо детонує 10...12% робочої суміші, то

детонаційне згоряння вважають середньої інтенсивності. Коли ж в процесі бере участь 18...20% суміші, говорять про сильну детонацію, що може передаватися на інші циліндри і привести двигун в аварійний стан.

Процес детонаційного згоряння найбільш повно пояснюється висунутою радянськими вченими теорією органічних перекисів (академіки А.М.Бах, М.М. Семенов і ін.). Відповідно до цієї теорії, первинними продуктами окислювання вуглеводнів є перекісні з'єднання, які утворюються в результаті того, що молекула кисню при окисленні приєднується до вуглеводневого радикалу цілком і виникають перекісні з'єднання типу:



Відповідно до теорії органічних перекисів процес згоряння робочої суміші розпадається на дві фази. У першій, яка характеризується підвищенням температури і тиску, відбувається передполуменеве окислювання вуглеводнів, а в другій згоряння супроводжується видимим полум'ям.

У першій фазі, що починається ще в такті стиснення, утворюються первинні продукти окислювання вуглеводнів (у першу чергу перекісні з'єднання). Їх кількість збільшується усе швидше в міру збільшення температури і тиску робочої суміші. Відповідно до висновків академіка М.М.Семенова, реакція утворення перекисів носить ланцюговий характер, тобто вона виникає самовільно і поряд із кінцевими продуктами утворюються нові активні центри, які ведуть до послідовного утворення нових перекисів.

В другій фазі, коли паливо запалилося і утворився фронт полум'я, хід реакцій окислення прискорюється, що є наслідком подальшого різкого підвищення температури і тиску в незгорілій частині робочої суміші. В міру згоряння все більшої частини робочої суміші температура і тиск в обсязі згоряння продовжують наростати, а це, у свою чергу, прискорює процес окислювання вуглеводнів у незгорілій її частині. В результаті кількість утворених перекісних з'єднань при окислюванні вуглеводнів різко підвищується.

В таких умовах швидкість окислювання може зрости настільки, що

процес утворення перекисів прийме лавинний характер і їх концентрація в частині робочої суміші досягне критичних значень. Тоді процес згоряння і здобуває вибуховий характер, тобто виникає явище детонації, при якій швидкість поширення фронту полум'я зростає стрибкоподібно і стає більше швидкості звуку. При цьому ударна хвиля, що виникла не випереджає фронту полум'я, а збігаючись з ним, створює детонаційну хвилю.

В процесі нормального згоряння в робочій суміші також утворюються перекисні з'єднання, але їх концентрація в незгорілій частині суміші так і не досягає критичної.

Аналізуючи викладене, можна зробити висновок, що найбільші можливості для переходу нормального згоряння в детонаційне створюються при згорянні останніх частин робочої суміші. Чим більше незгорілої робочої суміші, яка залишилася та буде детонувати, тим інтенсивніша детонація і важчі її наслідки.

Усі фактори (конструктивні і експлуатаційні), що сприяють підвищенню температури, росту тиску і збільшенню часу згоряння робочої суміші, впливають на можливість виникнення детонації. Тому в залежності від сформованих умов те саме застосовуване паливо може згорати або нормально, або в детонаційному режимі. З огляду на відзначені вище фактори, можна успішно запобігати детонаційному згоранню і забезпечувати нормальну роботу двигуна.

При детонаційному згорянні двигун перегрівається, працює жорстко і нестійко. Його потужність зменшується, а витрата бензину збільшується. При тривалій роботі двигуна з детонацією прогорають поршні, клапани, поршневі кільця, пошкоджуються підшипники та інші деталі кривошипно-шатунного механізму.

1.3.4 Вплив конструктивних і експлуатаційних факторів та хімічного складу палива на процес згоряння.

До конструктивних факторів, що впливають на характер згоряння палива в карбюраторних двигунах, відносять: ступінь стиску, форма камери

згоряння, розташування і кількість свічок запалювання, розміри гільз циліндрів, матеріал поршнів, голівок блоку і гільз циліндрів та деякі інші.

Одним з діючих засобів підвищення економічності двигунів, зниження їх питомої ваги, а також збільшення літрової потужності є підвищення *ступеня стиску* ϵ . Так, за даними професора И.М.Леніна, збільшення ступеня стиску з 6,7 до 8,5 дозволило підвищити ефективну потужність двигуна з 155 до 190 к.с., а питому витрату палива зменшити з 240 до 225 г/л. с. год. Однак це можливо тільки в деяких межах, що обмежуються техніко-економічними розуміннями (збільшення вартості двигуна, підвищення вимоги до палива, посилення небезпеки самозапалювання палива й ін.).

Застосування наддування також служить одним з ефективних способів підвищення потужності та економічності двигуна, однак через різке зростання тиску і температури робочої суміші, як і при підвищенні ступеня стиску, потрібно паливо з більш високою детонаційною стійкістю.

Зменшенню ймовірності детонаційного згоряння сприяє зниженню температури робочої суміші в результаті поліпшення охолодження, що обумовлюється цілим поруч конструктивних факторів (наприклад, удосконалення форми камери згоряння, виготовлення головки блоку і деталей циліндро-поршневої групи з металів великої теплопровідності і т.д.).

На характер згоряння робочої суміші впливають і інші конструктивні фактори (наприклад, діаметр поршня, місце розташування свічки запалювання і т.п.). Зокрема, збільшення діаметра циліндра подовжує шлях проходження фронту полум'я, у результаті чого зростає час згоряння робочої суміші, а в незгорілій її частині різко (за рахунок стискання) підвищується тиск. Це і сприяє виникненню детонаційного згоряння. Оцінюючи в загальному вплив конструктивних факторів на процес згоряння палива, можна зробити висновок, що двигун буде тим досконаліше, чим менш він вимогливий при одному і тому же ступені стиску до детонаційної стійкості бензину.

Серед експлуатаційних факторів, що впливають на процес згоряння робочої суміші, варто виділити кут випередження запалювання, частоту обертання колінчастого вала двигуна, коефіцієнт надлишку повітря, тепловий

режим і навантаження двигуна, утворення нагару на поверхнях камери згоряння й ін.

Найвигідніший, строго визначений кут випередження запалювання робочої суміші встановлюють для одержання максимальної потужності двигуна. Однак за умовами згоряння випередження запалювання не завжди виявляється сприятливим. Це пояснюється тим, що із збільшенням цього кута запалення робочої суміші відбувається при більш низьких значеннях тиску і температури, що погіршує умови процесу горіння суміші. Крім того, до кінця згоряння температура і тиск робочої суміші значно зростають, що сприяє утворенню і нагромадженню в суміші перекисних з'єднань, що викликають детонацію. Щоб попередити детонацію, потрібно зменшити кут випередження запалювання, але тоді потужність двигуна трохи знизиться. Застосовуючи ж бензини з більш високою детонаційною стійкістю, можна встановити режим з оптимальним значенням кута випередження запалювання і силових показників двигуна. У цьому випадку зменшення кута випередження запалювання для ліквідації детонації доцільно тільки як тимчасова міра.

Частота обертання колінчастого вала двигуна також впливає на процес згоряння. З її збільшенням швидше поширюється фронт полум'я і разом з тим скорочується час, що відводиться на згоряння палива. Виходить, що збільшення частоти обертання колінчастого вала являє собою фактор, сприятливий запобіганню детонації.

Коефіцієнт надлишку повітря характеризує склад суміші, від якого в істотній мірі залежить швидкість згоряння, палива. Найбільш небезпечні у відношенні детонації умови створюються при коефіцієнті $\alpha = 0,9 \dots 1,1$, якому відповідає максимальна швидкість протікання передполум'яних процесів окислювання в робочій суміші. Вихід за межі цих значень α зменшує ймовірність появи детонації. При збідненні пальної суміші зростає витрата тепла на підігрів зайвого повітря, а отже, знижується температура суміші. При збагаченні суміші зменшується концентрація кисню, а відповідно і інтенсивність утворення перекислів, які сприяють детонації.

Покращення охолодження деталей двигуна і особливо інтенсивне

відведення тепла від стінок камери згорання з метою зниження температури робочої суміші при згорянні є важливими факторами попередження детонаційного згорання.

Збільшення вологості повітря, яке подається в двигун, також буде знижувати температуру робочої суміші за рахунок того, що випаровування крапель води віднімає від суміші частину тепла. Крім того, сама водяна пара є вже складовою частиною робочої суміші, діє як інертні гази, запобігаючи утворенню перекисів.

Зменшення ступеня відкриття дросельної заслінки також скорочує можливості виникнення детонації, оскільки в цьому випадку різко збільшується відносна кількість залишкових газів у складі робочої суміші, що знижує концентрацію кисню в суміші, перешкоджаючи утворення в ній перекисів.

Нагаровідкладення на поверхнях камери згорання сильно погіршують відвід тепла від робочої суміші і разом з тим як би мимовільно збільшують ступінь стиску. Доказово, що теплопровідність нагару приблизно в 50 разів менше, ніж теплопровідність чавуна або сталі. Внаслідок погіршення теплопровідності покритих нагаром стінок температура робочої суміші підвищується і створюються умови для утворення і нагромадження перекисів, що сприяють детонації. Крім того, і сам нагар, маючи високу температуру, може викликати передчасне samozapalювання палива, порушуючи нормальний режим роботи двигуна.

Тепловий стан двигуна погіршується і в результаті утворення в системі охолодження (особливо на поверхнях голівки циліндрів) накипу, що також має дуже низьку теплопровідність.

Можна відзначити, що до деякої міри на процес згорання впливає значення атмосферного тиску. З його зменшенням буде меншим ваговий заряд робочої суміші. Отже, знизяться її тиск і температура, а разом з ними й інтенсивність утворення перекисів.

Таким чином, усі ті конструктивні та експлуатаційні фактори, що сприяють зниженню тиску і температури, а також скороченню часу згорання робочої суміші, створюють умови для утворення і нагромадження перекисів,

які є несприятливими, а отже, і зменшують можливості виникнення детонаційного згоряння.

Хімічний склад і молекулярна будова в сукупності визначають властивості палива. Вуглеводні, що входять до складу палива, володіють навіть у межах однієї групи різними властивостями, що багато в чому залежать від будови їх молекул. Це відноситься і до такої властивості, як детонаційна стійкість вуглеводнів.

Парафінові вуглеводні *нормальної будови* дуже схильні до детонаційного згоряння, а *ізомерної будови* з розгалуженим ланцюгом виявляють високу детонаційну стійкість. В міру збільшення молекулярної маси нормальних і ізопарафінових вуглеводнів їх детонаційна стійкість послабляється. При однаковій розгалуженості цей показник вище у тих вуглеводнів, у яких бічні ланцюги розташовуються ближче до середини молекули і більш компактно.

Нафтові вуглеводні по детонаційній стійкості займають проміжне положення між нормальними парафіновими і ізопарафіновими вуглеводнями. Детонаційна стійкість нафтових вуглеводнів зростає із збільшенням розгалуженості приєднаної до вуглеводної цепі і знижується при продовженні бічних ланцюгів.

Ароматичні вуглеводні виявляють найбільш високу детонаційну стійкість. У них характер будівлі бічного ланцюга, приєднаної до ароматичного ядра, впливає на детонаційну стійкість аналогічним образом, але в трохи меншому ступені, чим у нафтових вуглеводнів.

Неграничним вуглеводням також властива досить висока детонаційна стійкість. Так, у цих вуглеводнів нормальної будови вона вище, ніж у відповідних парафінових вуглеводнів. Однак збільшення розгалуженості неграничних вуглеводнів у меншому ступені позначається на підвищенні їхньої детонаційної стійкості, чим це спостерігається для ізопарафінових вуглеводнів.

Таким чином, можна зробити висновок, що до складу високоякісних бензинів повинні входити ізопарафінові і ароматичні вуглеводні, що володіють найвищою детонаційною стійкістю.

1.3.5 Оцінка детонаційної стійкості палива і антидетонатори.

Оцінці детонаційної стійкості бензину надають велике значення, тому що від її правильної визначеності залежать відповідність даного палива конкретному типу двигуна і основні техніко-економічні показники двигуна.

Метод порівняння детонаційної стійкості бензину, що досліджується, із детонаційною стійкістю еталонного палива отримав найбільше розповсюдження. Еталонне паливо являє собою суміш з різним вмістом (за об'ємом) двох вуглеводнів – ізооктану (C_8H_{18}) і нормального гептану (C_7H_{16}). Ізооктан має високу детонаційну стійкість, яка умовно прийнята за 100, а нормальний гептан – дуже низьку, що прийнята за 0. У відповідності з цим визначення детонаційної стійкості бензину, що досліджується, полягає в тому, щоб підібрати таку суміш ізооктану і нормального гептану, яка б мала при однакових умовах таку ж саму детонаційну стійкість, що й паливо, яке досліджується.

Властивість бензину протистояти детонації оцінюється октановим числом, мінімальне значення якого відображено у марці бензину. Октанове число (ОЧ) бензину дорівнює процентному (за об'ємом) вмісту ізооктану в такій суміші з нормальним гептаном, яка рівноцінна за антидетонаційними властивостями даному паливу при стандартних умовах випробування.

Розроблено і стандартизовано ряд методів визначення октанового числа бензину. Найчастіше використовують два методи (табл. 1.7): моторний (ГОСТ 511-85) і дослідний (ГОСТ 8226-85). Оцінка октанового числа одночасно двома методами дає можливість визначити чутливість бензину до зміни режиму роботи двигуна. Чутливість бензину оцінюють різницею октанових чисел, одержаних моторним і дослідним методами.

Таблиця 1.7. Технічні умови визначення октанового числа бензину на установці УИТ-65

Показник	ОЧМ	ОЧД
Двигун	Одноциліндровий із змінним ступенем стиску	
Частота обертання вала, хв ⁻¹	900±10	600±10
Температура, °С, в системі охолодження повітря	100±2	100±2
пальної суміші	40...50	52±2
масла в картері	140±1	не підігрівається
Кут випередження запалювання	50...75	50...75
	Змінний: 26° до ВМТ при $\epsilon = 5$ 19° до ВМТ при $\epsilon = 7$	Постійний 13° до ВМТ
Склад пальної суміші	Відповідає найбільшій детонації	

Октанове число бензину по моторному методу визначають на одноциліндровому двигуні (установці УИТ – 65) (рис. 1.14) зі змінним ступенем стиску наступним чином: установку заправляють бензином, октанове число якого необхідно визначити. Двигуну задають стандартний режим, а потім поступово підвищують ступінь стиску до появи детонації, яку фіксують за допомогою спеціального електронного приладу – детонометра. Потім у двигун заливають еталонне паливо, при чому підбирають таку суміш ізookтана і гептана, при роботі на якій інтенсивність детонації буде такою ж, як і на досліджуваному бензині. По кількості недотонізуючого ізookтана у суміші визначають октанове число.

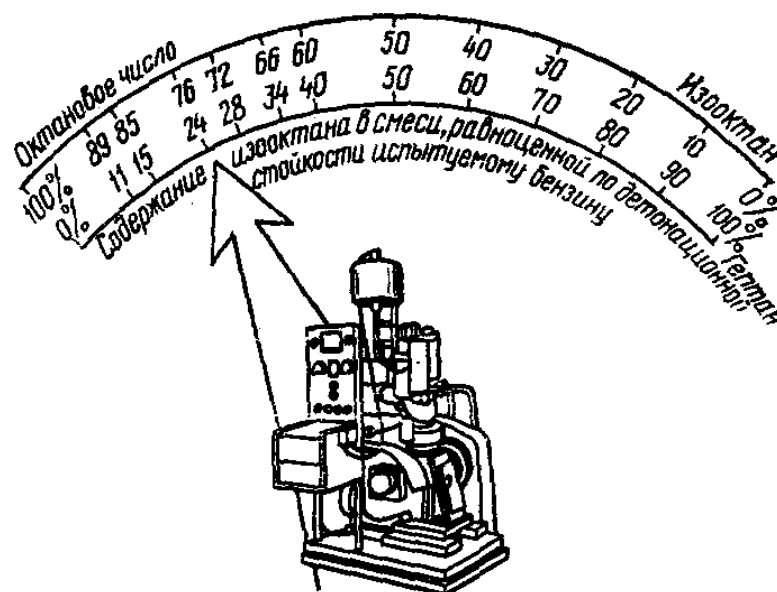


Рис. 1.14. Схема визначення октанового числа бензину.

Оцінка детонаційної стійкості бензинів у лабораторних умовах на одноциліндрових двигунах має відносний характер і не завжди збігається з фактичною детонаційною стійкістю бензинів на повнорозмірних двигунах в умовах експлуатації.

Дослідний метод проводять у режимі роботи двигуна в умовах міського руху автомобіля (обмежена потужність, дуже часті зупинки, порівняно низький тепловий режим). Якщо октанове число визначають по дослідному методу, то в марці бензину пишуть букву „И” (наприклад – АИ – 93). Октанові числа, визначені по дослідному методу, на 7...10 одиниць вище, ніж визначені по моторному методу. Чим менша ця різниця для бензину, тим вищі його експлуатаційні властивості.

Кожний двигун призначений для роботи на бензині із конкретним октановим числом, яке визначається конструктивними особливостями двигуна і в першу чергу ступінню стиску:

$$ОЧ = 125,4 - 413/\varepsilon + 0,183 d_{ц}, \quad (1.32)$$

де $ОЧ$ – октанове число бензину визначене по моторному методу;

ε – ступінь стиску;

$d_{ц}$ – діаметр циліндра, мм.

Антидетонатори. Основним фактором, що впливає на виникнення детонації, є ступінь стиску, від якого залежить температура і тиск в камері згоряння. Чим вище ступінь стиску, тим більша ймовірність виникнення детонації, вищі вимоги до детонаційності бензину. Враховуючи те, що з підвищенням ступеня стиску двигунів поліпшуються їх техніко-економічні і експлуатаційні показники (рис. 1.15) та вимоги до детонаційної стійкості бензину весь час зростають.

Високі детонаційні стійкості товарних бензинів досягають трьома основними способами:

1. застосуванням сучасних технологій одержання палив, наприклад, каталітичного, термічного крекінгу, гідрокрекінгу та каналізаційного

риформінгу тощо, що дають можливість одержати базові бензини з октановим числом ОЧМ – 75...80 і ОЧД – 80...94 (табл. 1.8);

2. підвищенням октанового числа, для чого додають до 40% високооктанових компонентів (ізооктану, алкілбензину та ін.), що мають ОЧМ близько 100 (табл. 1.9);

3. введенням антидетонаторів, тобто хімічних сполук, які при дуже незначній концентрації (рис. 1.16) різко підвищують октанове число бензину. Цей спосіб підвищення детонаційної стійкості найпоширеніший і ефективний.

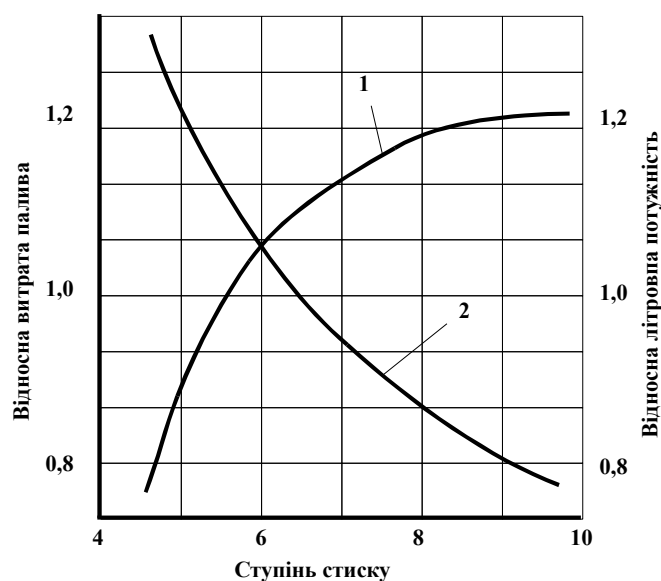


Рис. 1.15. Вплив ступеня стиску на літрову потужність (1) і втрату палива (2)

Найефективнішим антидетонатором є тетраетилсвинець (ТЕС) – $Pb(C_2H_5)_4$, який використовується декілька десятків років. Це важка масляниста безколірна або жовтувата отруйна рідина з високою густиною ($P^{20} = 1652 \text{ кг/м}^3$), добре розчиняється в бензині і має температуру кипіння близько 200°C . ТЕС не розчиняється у воді.

ТЕС вводять в паливо у вигляді етилової рідини (ЕР). В залежності від марки ЕР до їх складу входять: 54...58% ТЕС, до 40% виносника свинцю, до 0,5% фарбувальної рідини та 5...6% наповнювача. Склад вітчизняних і закордонних рідин (в %) приведений в табл. 1.10. Бензин із добавлянням ЕР називають етилованим.

За останні роки проведено випробування і організовано промислове виробництво більш ефективного антидетонатора – тетраметилсвинцю (ТМС).

Він має вищу температуру розщеплення і у високооктанових бензинах ефективніше ТЕС на 0,5...1,0 октанову одиницю. Температура кипіння ТМС – 110 °С, що сприяє більш рівному його розподілу між фракціями бензину.

Найефективнішим являється додання у бензин невеликих порцій антидетонатора (0,5...1,0 г на 1 л палива). При великих концентраціях підвищується отруйність бензину, знижується надійність роботи двигуна із-за утворення оксиду свинцю, який відкладається на стінках камери згоряння, днищі поршнів, клапанах та на електродах свічок, а при цьому детонаційна стійкість підвищується мало.

Таблиця 1.8. Антидетонаційні властивості бензинів, одержаних термічних і каталітичних процесами

Спосіб одержання бензину і сировина	ОЧД	ОЧМ	Чутливість бензину
Термічний крекінг мазуту з суміші куйбишевської нафти	71,2	64,2	7,0
Каталітичний крекінг легкої дистилятної сировини з суміші куйбишевської нафти	82,6 75,6	74,9 68,5	7,7 7,1
Термічний крекінг напівгудрону	83,8 87,0	76,2 77,8	7,6 9,2
Каталітичний крекінг важкої десятилітної сировини з нафти:	75,0	71,0	4,0
Ромашкінської	83,7	77,0	6,7
Туймазинської	96,6	86,0	10,6
Гідрокрекінг			
Каталітичний риформінг (платформінг):			
- легкого режиму			
- жорсткого режиму			

Таблиця 1.9. Антидетонаційні властивості високооктанових компонентів бензину

Компонент	ОЧД	ОЧМ	Чутливість бензину
Бутанова фракція	94	89	5
Ізобутанова фракція	101	97	4
Ізопентанова фракція	93	90	3
Газовий бензин (33...103°C)	89	86	3
Диізобутилен (ізооктилен)	100	88	12
Полімербензин	100	85	15
Толуол	115	103	12
Алкілбензин	107	100	7
Піробензин	102	88	14
Ізооктан технічний	100	100	0

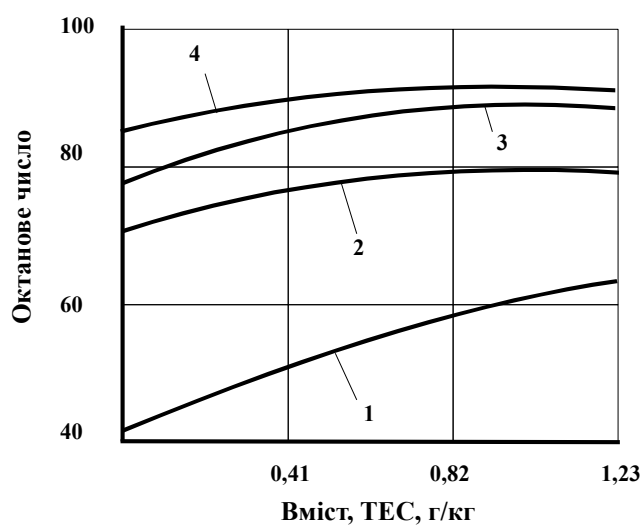


Рис. 1.16. Вплив вмісту ТЕС на октанове число бензинів:

1 – пряма перегонка; 2 – термічний крекінг; 3 – каталітичний крекінг; 4 – риформінг.

Таблиця 1.10. Склад вітчизняних і закордонних етилових рідин (ЕР), %

Компоненти	ЕР Р-9, СНД	ЕР 1-ТС, СНД	ЕР-2, СНД	ЕР, Англія	ЕР Автом., Англія	ЕР титул 1, ФРН	ЕР 0-62, США та ін
Тетраетилсвинець	54,0	58,0	55,0	63,3	59,8	54,5	61,5
Бромистий етил	33,0	—	—	—	—	—	—
Диброметан	—	36,0	—	25,8	20,8	36,4	17,9
Дибропропан	—	—	34,4	—	—	—	—
Дихлоретан	—	—	—	8,7	18,3	—	18,8
Монохлорнафтан	6,8	—	5,5	—	—	9,0	—
Фарбувальна рідина і наповнювач	До 100						

Механізм дії антидетонаторів ТЕС і ТМС пояснюється пероксидною теорією детонації і ланцюгових реакцій. При високих температурах згоряння (500...600 °C) вони повністю розпадаються на свинець і етильні радикали. Свинець, що утворюється, окислюється з утворенням диоксиду свинцю, який вступає в реакцію з пероксидами і руйнує їх. При цьому утворюються малоактивні продукти окислення вуглеводів і оксид свинцю. Оксид свинцю взаємодіє з киснем повітря і знову окислюється в диоксид свинцю, який здатний реагувати з новою молекулою пероксиду. Кожна зруйнована пероксидна молекула може бути початком самостійного ланцюга утворення нових пероксидів. Цим пояснюється висока ефективність використання малої кількості антидетонаторів, які вводять у бензин.

Великим недоліком цих антидетонаторів є їх висока токсичність, вони негативно діють на центральну нервову систему, мають властивість накопичуватись в організмі, можуть потрапити до організму через шкіру, а також органи дихання. Тому при роботі з етилованими бензинами необхідно дотримуватись суворих заходів безпеки і захисту.

При зберіганні етилованих бензинів їх детонаційна стійкість зменшується із-за розкладання антидетонаторів. Цей процес прискорюється при наявності у паливі води, осадів, смол, а також зберіганні бензину з підвищеною температурою.

Використання свинцевих антидетонаторів за останній час різко скорочується із-за їх високої токсичності і негативного впливу на навколишнє середовище, так як при роботі двигунів з етилованим бензином в атмосферу викидається велика кількість сполук свинцю у вигляді аерозолів.

На заміну свинцевих антидетонаторів було запропоновано марганцевий типу ЦТМ. За своїми антидетонаційними властивостями ЦТМ практично не поступається свинцевим і він нетоксичний. Проте широке промислове впровадження його затрудняється рядом причин. Основним недоліком ЦТМ є інтенсивне утворення оксиду марганцю на електродах свічок запалювання, яке призводить до замикання іскрового проміжку і таким чином до відказу роботи системи запалювання. Крім того, при сильному освітлюванні ЦТМ

розкладається, утворюючи в паливі пластівці нерозчинного в бензині осаду.

В останні роки зріс інтерес до використання деяких кисневмісних сполук, як високооктанових компонентів автомобільних бензинів, метил-третично-бутиловий ефір (МТБЕ) $C_5H_{12}O$, а також вторинно – (ВБС) і третично-бутилові спирти (ТБС). Вони нетоксичні, корозійно неактивні, добре змішуються з бензином та не руйнують пластмасові і гумові вироби. Октанове число МТБЕ складає 117, а ВБС – 110. Так, наприклад, при додаванні 7,0...10% МТБЕ до бензину суттєво підвищується його октанове число „головної” фракції, тобто покращує антидетонаційну характеристику легких фракцій бензину. Це дозволяє підвищити потужність двигуна при розгоні автомобіля, тобто підвищити приємність автомобіля. Крім того МТБЕ поліпшує склад продуктів згоряння бензину, а також має властивості проти обледеніння карбюратора в зимовий період.

1.3.6 Стабільність і схильність бензинів до відкладень.

Фізична стабільність. Бензини містять найбільш легкокиплячі фракції вуглеводнів, тому втрати їх від випарювання більші, у порівнянні з іншими рідкими паливами. Схильність бензину до втрат від випарювання залежить від їх фракційного складу, тиску насиченої пари, компонентного складу. Найсхильніші до втрат від випарювання ті бензини, які містять бутан, або бутан – бутенові фракції. Газовий бензин й ізопентан менше впливають на схильність бензину до втрат. Втрати бензину зимового виду приблизно у півтора рази перевищують втрати літнього при однакових умовах зберігання. Проте при правильному транспортуванні і зберіганні втрати бензину невеликі і зміна їх якості незначна.

При низьких температурах у бензині може з'явитися тверда фаза у вигляді кристалів льоду або вуглеводнів. Вода може з'явитися у бензині внаслідок поглинання вологи з повітря. Найбільшу гігроскопічність, тобто здатність до поглинання вологи з повітря, мають ароматичні вуглеводні. Поглинання вологи з повітря зменшується при підвищенні температури, зменшенні вологості і тиску. Крім кристалів льоду в бензині можуть бути

кристали деяких вуглеводнів (бензолу, ксилолу), оскільки температура їх кристалізації низька. Так для бензолу вона складає 5,5 °С, а для ксилолу – 13,3°С.

Хімічна стабільність. Хімічна стабільність бензинів залежить в основному від групового хімічного складу палива і кількості ненасичених вуглеводнів. Кількісно хімічну стабільність бензинів оцінюють індукційним періодом. Чим більший індукційний період бензину, тим він стабільніший. У бензинах термічного крекінгу і риформінгу багато ненасичених вуглеводнів з низькою хімічною стабільністю, індукційний період яких, як правило, не перевищує 100...200 хв. Менш стабільні бензини каталітичного крекінгу, а бензини каталітичного риформінгу і продукти алкілування, ізомеризації, гідрогенізації володіють більш високою хімічною стабільністю.

Підвищення хімічної стабільності бензинів досягається двома способами: очисткою нестабільних дистилятів і використання спеціальних антиокислювачів. Найперспективніший спосіб очистки нестабільних дистилятів – гідрочистка, але стосовно бензинових фракцій гідроочистку застосовують головним чином для підготовки сировини до платформінгу.

Ефективним і економічним способом підвищення хімічної стабільності бензинів є введення антиокислювальних присадок – речовин, що здатні обривати ланцюгові реакції окислювання, тим самим збільшується індукційний період. Порівняльну ефективність дії вітчизняних окислювачів наведено в таблиці 1.11. При цьому, як відомо індукційний період бензину становить 285хв.

Таблиця 1.11. Ефективність антиокислювачів в неетильованому автомобільному бензині

Антиокислювач	Концентрація, %	Індукційний період, хв
Деревносмоляний	0,065	560
ФЧ – 16	0,065	615
n – оксидифеніламін	0,010	785
Іонол (Агідол – 12)	0,030	705

Антиокислювач деревносмоляний і ФЧ – 16 – характеризуються обмеженою розчинністю в бензині і доброю у воді, тому вони поступово замінюються на Іонол і Агідол – 12.

Антиокислювальні присадки, крім попередження окислень вуглеводнів бензину, ефективні і в стабілізації ТЕС та ТМС. В умовах зберігання і використання етилованих бензинів ТЕС і ТМС може окислятися киснем повітря і утворювати твердий осад. Такий бензин до використання в ДВЗ не придатний.

Стандартами на бензин встановлений гарантійний термін зберігання автомобільних бензинів всіх марок, який становить 5 років.

Схильність до відкладень. У процесі роботи карбюраторних двигунів, працюючих на бензині, в елементах системи живлення, у впускному трубопроводі на стінках камери згоряння і на поверхнях деталей механізму газорозподілення відкладаються смолисті речовини. Кількість відкладень у впускному трубопроводі і на впускних клапанах залежить від наявності фактичних смоли у бензині (рис. 1.17).

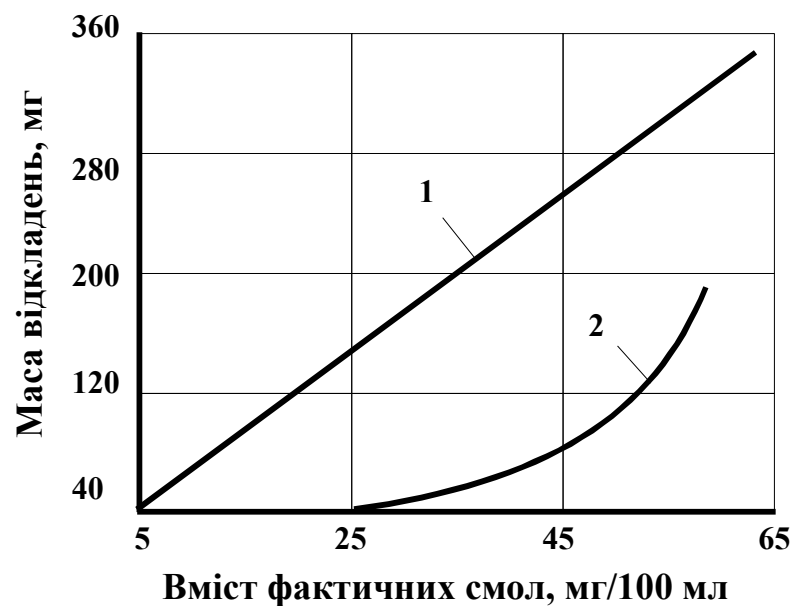


Рис. 1.17. Вплив вмісту смол у бензині на інтенсивність накопичення відкладень:

1 – у впускному трубопроводі; 2 – на впускному клапані.

Якщо в паливних баках, фільтрах і карбюраторі ці відкладення порівняно м'які і липки, то вже у впускному трубопроводі, де температура значно висока, вони щільні, а на стержнях клапанів відкладення наскільки щільні, що заважають нормальній роботі механізму газорозподілення,

(приводить до зависання клапанів). Смолисті речовини, що містяться в бензині, повністю не згорають, під дією високих температур вони перетворюються в лакоподібні речовини (лаки) і нагар. Лаки призводять до пригорання компресійних кілець на поршнях, нагар може служити причиною замикання електродів свічок запалювання. В результаті зменшується потужність двигуна і збільшується витрата палива. Вони істотно впливають на потужні і економічні показники роботи двигунів утворення у жиклерах карбюратора смолистих відкладень зменшують їх прохідні перерізи, збіднюючи горючу суміш.

Нагар – тверді вуглецеві відкладення, що утворюються з смолистих речовин на стінках камери згоряння і впускних клапанах під дією високих температур. Нагар має дуже малу теплопровідність, тому охолодження камер згоряння погіршується, що впливає на потужність і економічність двигуна. Нагар також викликає жарове запалювання. Схильність бензину до нагароутворення залежить в основному від вмісту і складу присутніх в ньому ароматичних вуглеводнів, етилової рідини і сполук сірки.

Ароматичні вуглеводні мають високу детонаційну стійкість, тому вони бажані в бензинах, але вони збільшують схильність бензину до нагароутворення. Враховуючи це, оптимальний вміст ароматичних вуглеводнів в автомобільних бензинах знаходиться в межах 40...45%. Однак установлені норми на вміст ароматичних вуглеводнів у технічних умовах на автомобільний бензин немає.

Етиловані бензини більш схильні до нагароутворення, ніж неетиловані. Крім того, із збільшенням концентрації антидетонатора схильність бензину до нагароутворення зростає.

Сірчасті сполуки, присутні в бензинах, приймають участь в нагароутворенні і чим більше сірки в бензині, тим більша кількість нагару:

Вміст сірки в бензині, %	0,046	0,100	0,200	0,367
Маса нагару в двигуні, г	1,90	2,93	4,26	5,67

Кількість і характер відкладень залежать від ряду факторів, зв'язаних з умовами експлуатації і режимами роботи двигуна, але й у чималій мірі від якості застосовуваного палива. Використання бензину, який вміщує смолисті з'єднання, приводить не тільки до їхнього відкладення, але й до подальшого їхнього окислювання з утворенням нових продуктів. Процес окислювання смолистих з'єднань прискорює такі фактори, як надлишок кисню повітря в сумішеутворювальній камері карбюратора при високому ступені розпилювання самого палива і підвищення температури у впускному патрубку. В залежності від цієї температури співвідношення між кількістю відкладень у впускному тракті й у циліндрі двигуна змінюється, що ілюструється експериментальними кривими, приведеними на рис. 1.18. Окисні процеси у всмоктувальній системі при високій температурі (t , °C) протікають дуже інтенсивно, але тому переважно тут відкладаються смолисті речовини, що утворюються (на графіку позначене A , г), а в циліндр двигуна їх попадає менше. При зниженні температури у всмоктувальній системі основна маса смолоутворюючих з'єднань окисляється, але відкладається вже безпосередньо в циліндрі (Б, г). Криві на рис. 1.18 побудовані з урахуванням вмісту смол (1...3 мг у 100 мл бензину, 2...18 мг, 3... 35 мг). Аналіз кривих показує, що кількість відкладень у впускному тракті, у циліндрах тим більше, чим вище зміст смол у бензині.

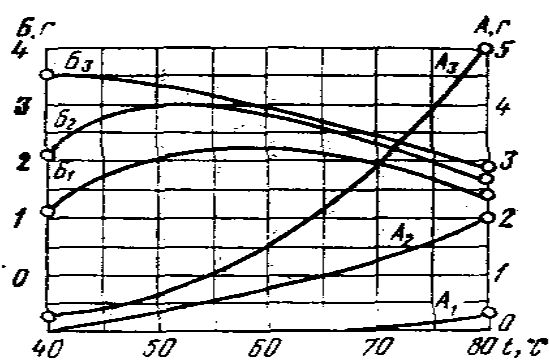


Рис. 1.18. Вплив температури t °C робочої суміші та якості палива на кількість відкладень A (г) у впускному тракті і нагару B (г) в циліндрах двигуна.

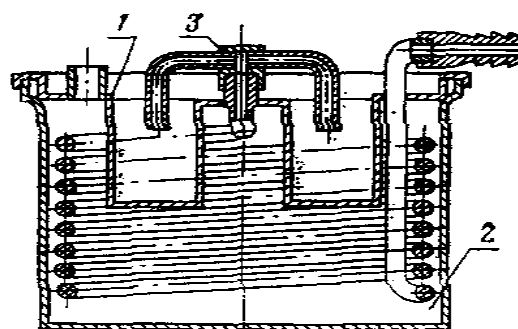


Рис 1.19. Прилад для визначення вмісту фактичних смол в паливі.

Важливою характеристикою застосовуваних палив служить вміст так званих фактичних і потенційних смол. Кількісно вміст фактичних смол

оцінюють по залишку від випару визначеного обсягу випробуваного бензину в спеціальному приладі. Потенційні смоли характеризують ті смолисті речовини, що можуть утворитися надалі в результаті полімеризації й окислювання неграничних вуглеводнів, що містяться в паливі. На рисунку 1.19 зображена схема приладу для визначення фактичних смол у бензині. У дві зважених склянки наливають по 25 мл випробуваного палива і ставлять в гнізда 1 попередньо підігрітого приладу. Температура в масляній бані 2 підтримується постійною терморегулятором (150°C для бензинів і 180°C для керосинів). Паливо, що знаходиться в склянках, обдувається через насадку-трійник 3 гарячим повітрям з витратою 20...30 л/хв на початку досліду і 50...60 л/хв наприкінці (на обидві склянки). Подачу повітря припиняють через 15 хв після того, як зі склянок припиниться виділення парів палива, щоб у них утворився смолистий залишок, що не випаровується. Склянки витримують у приладі ще 30 хв. при встановленій температурі, потім прохолоджують у ексікаторі і зважують.

Кількість фактичних смол обчислюють на 100 мл палива ($\text{мг} / 100 \text{ мл}$) за формулою $100 m/V$, де m — маса залишку смол у склянці (мг), а V — обсяг випробуваного палива в склянці (мл). Відповідно ГОСТ, склад фактичних смол в автомобільних бензинах не повинне перевищувати 7...10 $\text{мг}/100 \text{ мл}$.

Оскільки для визначення вмісту потенційних смол немає загальноприйнятого достовірного методу, судити про потенційну здатність палива до смолоутворення можна по показнику стабільності, що оцінюється індукційним періодом. Індукційний період — це час, протягом якого паливо, що знаходиться в спеціальному приладі, в умовах, сприятливих для окислювання, практично не поглинає кисню.

Для збереження первісних якостей бензинів дуже важливе значення мають умови зберігання і транспортування, оскільки інтенсивність окислювання й осмолення палива в істотному ступені залежить від часу, температури і ступені аерації. Легше інших окисляються неграничні вуглеводні палива, яких багато в крекінг-бензинах. На рис. 1.20 показана залежність вмісту

у фактичних смол від часу зберігання крекінг-бензину і ступеня заповнення ємкості.

Для зменшення осмолення бензинів при зберіганні застосовують різні методи і засоби. Зокрема, щоб зменшити нагрівання, ємкості офарблюють у світлі тони, намагаються заповнювати їх цілком, коли можна витрачають раніше крекінг-бензини, а вже потім бензини прямої перегонки. Крім того, при виробництві палив в них додають, як вже згадувалося раніше, речовини-стабілізатори (фенол, α - і β -нафтоли, гідрохінон, амінофенол і ін.).

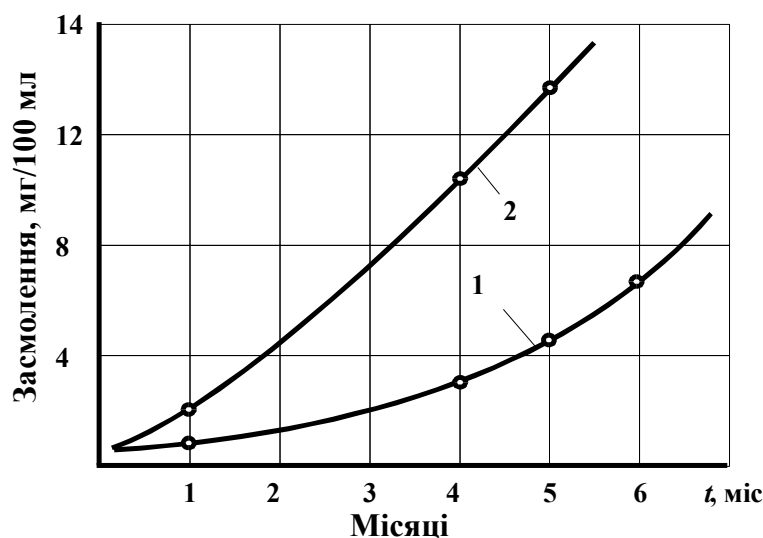


Рис. 1.20. Засмолення бензину термічного крекінгу при зберіганні: в наповненій ємності (1) і напівзалитій (2).

В зв'язку із тим, що вміст фактичних смол при зберіганні збільшується внаслідок окислення ненасичених вуглеводнів, стандарт обмежує їх вміст як на місці виробництва, так і на місці споживання. В сучасних автомобільних бензинах вміст фактичних смол на місці виробництва не повинен перевищувати 5 мг на 100 мл палива, а на місці споживання 7 мг на 100 мл.

1.3.7 Корозійні властивості бензинів.

Корозійні властивості бензинів характеризують їхній вплив на метали і викликає великий практичний інтерес не тільки при використанні палива в двигуні, але і при його зберіганні, перекачуванні, транспортуванні й ін. Корозію викликають водорозчинні кислоти і луги, що можуть залишитися в паливі після

очищення, органічні кислоти (переважно нафтові), сірка і сірчасті з'єднання та вода.

Відповідно до ГОСТ через сильний корозійний вплив у паливі не допускається присутність водорозчинних кислот і лугів, а вміст інших з'єднань обмежується. Якісне визначення наявності в паливі водорозчинних кислот і лугів здійснюється шляхом збовтування в ділильній лійці 50 мл випробуваного палива і 50 мл дистильованої води з наступною перевіркою реакції водяної витяжки на дію індикаторів (метилоранжу і фенолфталеїну). Якщо якісна проба показує присутність водорозчинних кислот і лугів, паливо бракує і не допускається до застосування.

Органічні кислоти палива є або нафтовими, що попадають в його з високо киплячими фракціями бензину при перегонці нафти, або продуктами окисних процесів при зберіганні. Якщо нафтові кислоти викликають корозію тільки кольорових металів, то кислі продукти агресивні до всіх металів.

За корозійною активністю органічні кислоти незмірно слабкіші водорозчинних, тому їх наявність в паливі допускається, але обмежується. Вміст органічних кислот оцінюють показником кислотності, під яким розуміють кількість лугів (KOH) (мг), необхідне для нейтралізації органічних кислот у 100 мл палива. Максимально допустима кислотність автомобільних бензинів 3 мг KOH /100 мл палива, а для бензинів вищої якості – від 0,8 до 1,0 мг KOH/100мл.

Сірка і сірчані з'єднання обумовлюють корозійні властивості самого бензину, а сірчасті продукти згоряння викликають корозію деталей двигуна додатково. Найбільше сильний корозійний вплив на метал роблять сірководень, сірка і нижчі меркаптани (присутність останніх у бензині не допускається).

У технічних вимогах на якість бензину передбачається оцінка корозійної активності – випробування „на мідну пластинку”, оскільки особливо сильно сірка і її сполуки діють на мідь і її сплави. Прийнято два методи випробування палив на мідну пластинку: стандартний і прискорений. За стандартним методом випробування продовжується 3 год. при температурі 50°C, за прискореним 18хв. при температурі 100°C (рис. 1.21).

Якщо паливо витримало випробування, то це свідчить про те, що вміст сірководню в бензині не більше 0,0003%, а вільної сірки – 0,0015%. У таких

концентраціях указані сполуки мало впливають на корозійну активність бензину. На рис. 1.22 приведені графіки, ілюструючи залежність зносу (И, %) різних деталей двигуна від вмісту сірки (S, %) в паливі.

1.3.8 Асортимент бензинів і область їх використання.

Відповідно до ГОСТ 2084 – 77 (з доповненням) автомобільні бензини випускають наступних марок: А – 76; А – 80; АИ – 93; А-95; АИ – 98.

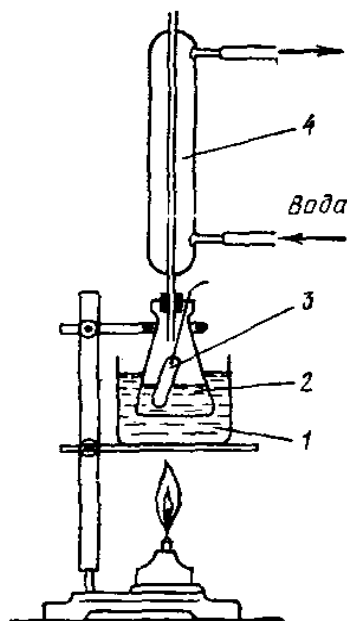


Рис. 1.21. Схема приладу для визначення активної сірки на мідній пластинці:

1 – водяна баня; 2 – колба з паливом; 3 – пластинка з рафінованої міді;
4 – холодильник.

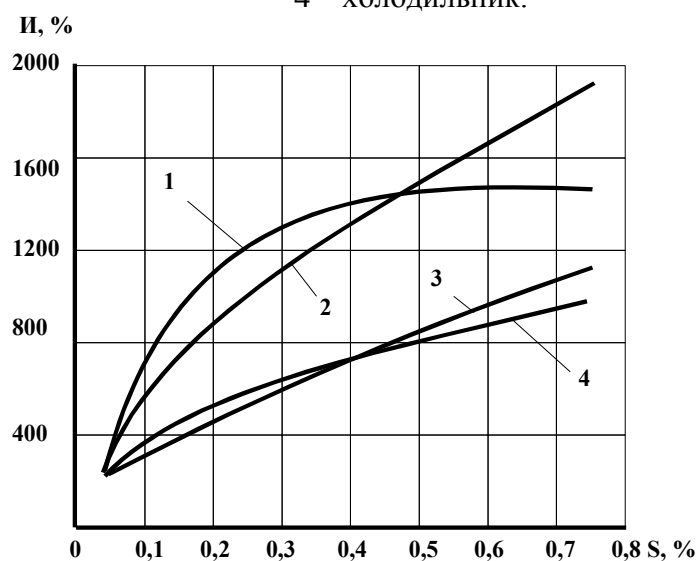


Рис. 1.22. Вплив вмісту сірчастих з'єднань в паливі на знос деталей двигуна:

1 – штовхачі; 2 – поршневі кільця; 3 – стержні клапанів; 4 – гільзи циліндрів.

У марці бензинів А вказує, що бензин автомобільний; И – дослідний метод визначення октанового числа; цифра – мінімально допустиме значення октанового числа. Якщо в маркуванні літера И відсутня, то октанове число такого бензину визначали моторним методом. Крім того, за технічними умовами, в невеликій кількості випускають бензин „Екстра”, який відповідає марці А – 95. Бензини, крім А – 95 і бензинів вищої якості, є етилованими і фарбуються.

Усі бензини, крім АИ – 95 і АИ – 98, поділяють на літні і зимові. Сезонність бензину визначається тільки двома показниками його якості: фракційним складом і тиском насиченої пари. Літні бензини використовують з 1^{го} квітня до 1^{го} жовтня (в південних районах їх можна використовувати протягом року), зимові – з 1^{го} жовтня до 1^{го} квітня. В період переходу з літнього виду бензину на зимовий і навпаки, допускається протягом 1^{го} місяця використовувати бензини як літнього так і зимового видів, а також їх суміші. Використання взимку літнього бензину призводить до перевитрати палива на 3...5%.

Бензин А-76 виготовляють на основі бензину каталітичного риформінгу і каталітичного крекінгу з додаванням 15...19% легкого бензину прямої перегонки. Допускається штилювання бензину, але вміст ТЕС і ТМС обмежено 0,24г/кг палива (тут і далі в перерахунку на свинець). Він є основним бензином для сучасних вантажних автомобілів (ГАЗ, ЗИЛ), автобусів (ПАЗ, ЛАЗ) і легкових автомобілів „Запорожець”, „Москвич”, „Волга” і УАЗ – 469, які мають двигуни з ступенем стиску 6,5...7,0.

Бензин АИ-93 (ОЧМ не менше 85) готують на основі бензину каталітичного риформінгу (платформінгу) жорсткого режиму з додаванням невеликої кількості легкого бензину (етильований варіант) і алкілату або алкінбензину (неетильований варіант). Він призначений для двигунів сучасних легкових автомобілів „Таврія”, „Москвич”, „Волга”, ВАЗ зі ступенем стиску 8,0...8,5.

Бензин АИ-98 (ОЧМ не менше 89) випускають на основі неетильованого бензину АИ – 93. він може бути в етилованому і неетильованому варіанті. Бензини АИ – 98 і АИ – 95 призначені для легкових автомобілів вищого класу: ГАЗ – 3110,

ЗИЛ – 117, ЗИЛ – 4104 і зарубіжних легкових автомобілів цього ж класу, які мають двигуни зі ступенем стиску 9,0...10.

Бензини вищої якості мають менший вміст органічних кислот (кислотність не більша 1,0мг КОН/100мл), меншу концентрацію смол як на місці виробництва, так і на місці споживання, масова частка сірки обмежена до 0,05%, індукційний період збільшений до 1200хв.

Основні показники якості вітчизняних автомобільних бензинів наведені в табл. 1.12.

Таблиця 1.12. Основні показники якості автомобільних бензинів.

Показник	А-76	АИ-93	АИ-98
Детонаційна стійкість:			
ОЧМ	76	85	89
ОЧД	не нормується	93	98
Концентрація свинцю, г на 1дм ³ бензину, не більше:			
етилованого	0,17	0,37	0,37
неетилованого	не нормується	не нормується	не нормується
Фракційний склад t _{пш} , °С, не нижче:			
літнього виду	35	35	35
зимового виду	не нормується	не нормується	не нормується
t _{10%} , °С, не вище літнього/зимового	70/55	70/55	70/55
t _{50%} , °С, не вище літнього/зимового	115/100	115/100	115/100
t _{90%} , °С, не вище літнього/зимового	180/160	180/160	180/160
t _{кк} , °С, не вище літнього/зимового	195/185	195/185	195/185
залишок в колбі, %, не більше	1,5	1,5	1,5
залишок і втрати, %, не більше	4,0	4,0	4,0
Тиск насиченої пари, кПа:			
літнього виду, не більше	66,66	66,66	66,66
зимового виду	66,66...93,93	66,66...93,9	66,66...93,93
Кислотність, мг КОН/100см ³ бензину, не більше	3,0	3,0	3,0
Концентрація смоли, мг на 100см ³ бензину не більше:			
на місці виробництва	5	5	5
на місці споживання	10	10	10
Індукційний період, хв, не менше	900	900	900
Масова частка сірки, %, не більше	0,10	0,10	0,10

1.3.9 Закордонні класифікації автомобільних бензинів.

У більшості промислово розвинених країнах використовують в основному дві марки бензинів: „Преміум” з ОЧД 97...98 і „Регулятор” з ОЧД 90...94. У США, Англії і Німеччині існує ще одна марка „Супер” з ОЧД 100...101, виробництво якого не перевищує 4...6% від загального виробництва

автомобільних бензинів. У багатьох країнах використовують бензин тільки однієї марки.

Деталізовані вимоги до якості бензинів у більшості країн установлюються фірмовими або військовими специфікаціями. Технічні умови, що діють у державному масштабі, нормують лише загальні вимоги за найважливішими показниками. Типовим прикладом таких технічних умов є специфікація ASTM на автомобільні бензини США (табл. 1.13). Специфікацією передбачається випуск двох марок бензинів „Преміум” і „Регулятор”, які залежно від показників випарності (фракційний склад і тиск насиченої пари) поділяють на п'ять типів: С (Cold) – для холодних кліматичних умов; М (Mild) – для помірних умов; W (Warm) – для теплої погоди; Н (Hot) – для жаркого клімату; Е (Extreme) – для особливо важких умов. До специфікації прикладено таблицю, в якій показано по кожному штату США, які бензини і в які місяці року повинні використовуватися.

Таблиця 1.13. Специфікація ASTM на автомобільний бензин.

Показник	Тип бензину				
	С	М	W	Н	Е
Фракційний склад:					
температура перегонки, °С, не вище:					
10%	52	55	60	66	69
50%	121	121	121	121	121
90%	191	191	191	191	191
к.к.	225	225	225	225	225
залишок, %, не більше	2	2	2	2	2
Тиск насиченої пари, МПа, не більше	0,0827	0,0698	0,0595	0,0517	0,0465
Октанове число					
ОЧД „Преміум”	96	96	96	96	96
„Регуляр”	92	92	92	92	92
ОЧМ „Преміум”	88	88	88	88	88
„Регуляр”	84	84	84	84	84
Вміст фактичних смол, мг/100 мл, не більше	5	5	5	5	5
Випробування на мідній пластинці, бали, не більше	1	1	1	1	1

У США існують, крім того, специфікації фірм, якими передбачено інші фізико-хімічні показники і характеристики складу й якості автомобільних бензинів. Так специфікацією фірми „Mobil oil” допускається використання як антидетонатора не тільки ТЕС, але й ТМС:

	„Преміум”	„Регулятор”
ОЧД, не менше	98,5	92,0
Вміст г/л не більше:		
ТЕС	0,25	0,23
ТМС	0,40	0,40

У США частка бензинів „Преміум” складає біля 15%, бензинів „Регулятор” – приблизно 75%, при чому вже в 1985р. частка етилованих бензинів складала 35%, при середньому вмісті свинцю 0,29г/л. Прийнято рішення про повний перехід на неетилвані бензини. Планується в даний момент випускати неетилвані бензини двох марок: „Регулятор” з ОЧД 92 (85% від загальної кількості) і „Преміум” з ОЧД 96.

Типові специфікації, які діють в Англії передбачають випуск бензинів „Супер”, „Преміум” і „Регулятор”. В них так само, як і в специфікації ASTM, якість бензинів регламентується за обмеженим числом показників. Більш детальні вимоги установлюють фірмовими специфікаціями. Основні показники, що нормуються специфікацією фірми „Shell” наведені нижче:

ОЧД не менше:	
„Супер”	101
„Преміум”	99
„Регулятор”	91
Вміст ТЕС, г/л не більше:	
„Супер” і „Преміум”	0,7
„Регулятор”	0,58
Вміст фактичних смол мг/100мл, не більше	4,0
Індукційний період, хв, не менше	240
Випробування на мідній пластинці, бали, не більше	1
Зовнішній вигляд	Світла прозора рідина.

Крім того цією специфікацією передбачається зміна фракційного складу і тиску насиченої пари залежно від сезону: жовтень – лютий, березень – квітень, травень – вересень.

У країнах Європейського союзу (колишнє ЄЕС) частка бензинів „Преміум” складає 78%, а бензинів „Регулятор” – 22%, як правило вони етильовані з вмістом ТЕС від 0,15 до 0,40 г/л бензину. Октанове число бензинів „Регулятор” може коливатись від 91 до 92. Рішенням Ради країн ЄЕС від 20.03.85р. за №85/210 ЄЕС на перспективу затверджений єдиний неетильований бензин „Преміум” з ОЧД 95 (ОЧМ 85). В даний час всі моделі автомобілів переводяться на використання тільки неетильованих бензинів.

1.4. Палива для дизельних двигунів.

1.4.1 Умови застосування і основні вимоги до дизельних палив.

Дизельні двигуни дуже широко розповсюджені у багатьох галузях народного господарства. У сільськогосподарському виробництві використовують швидкохідні дизелі, в яких швидкість руху поршня перевищує 6,5 м/с, а частота обертання колінчатого вала – більше 1000 с^{-1} . Їх встановлюють на тракторах, комбайнах, самохідних шасі, а також великовантажних автомобілях. У перспективі планується провести на дизельні двигуни більшість вантажних автомобілів і деякі легкові.

Основна перевага дизельних двигунів – їх висока економічність, питома витрата палива на 25...30% нижча ніж у карбюраторних двигунів. Дизельне паливо дешевше, менш вибухо- і пожеже небезпечне у порівнянні з бензиновим.

Дизельне паливо – це складна суміш парафінових, ароматичних вуглеводнів і їх похідних з числом атомів вуглецю 10...20, середньої молекулярної маси 200...250, які википають у межах $170\text{...}380\text{ }^{\circ}\text{C}$. Прозора, більш в'язка ніж бензин, масляниста рідина від жовтуватого до світло-коричневого кольору густиною $780\text{...}860\text{ кг/м}^3$. Одержують дизельне паливо прямою перегонкою нафти з додаванням до 20% продуктів каталітичного крекінгу.

Робочий процес дизелів значно відрізняється від карбюраторних двигунів. Тут паливо з киснем змішується безпосередньо в камері згоряння, що визначає специфічні вимоги до якісного палива. Великооборотні дизелі мають високу ступінь стиску $\varepsilon=16\text{...}20$. У цих двигунах в стиснуте у циліндрі до 3...5 МПа ($30\text{...}50\text{ кг/см}^2$) і за рахунок цього розігріте до $600\text{...}800\text{ }^{\circ}\text{C}$ повітря через форсунку вприскується порція палива. У циліндрі воно перемішується з гарячим повітрям, випаровується, самозаймається та згорає. За дуже малий проміжок часу ($30\text{...}25^0$ оберту колінчастого вала) проходять всі складні процеси утворення суміші та згоряння палива. Звичайно, чим швидкохідніший двигун, тим менше часу, яке відводиться на ці процеси. При

однаковій частоті обертання колінчастого вала у карбюраторних двигунах на утворення суміші та згоряння відводиться у 10...15 разів більше часу ніж в дизелях.

Надійна та економічна робота дизеля можлива тільки при правильному підборі палива, встановленні оптимального кута випередження впорскування, коли згоряння повністю закінчується через декілька градусів повороту колінчастого вала після ВТМ і не відбувається догорання під час робочого ходу. В іншому випадку падає потужність, підвищується витрата палива, випускні гази стають чорними.

Паливо для швидкохідних дизелів повинно відповідати наступним експлуатаційним вимогам:

- мати хорошу прокачуваність при різних температурах навколишнього середовища;
- мати хороший розпил, сумішеутворення та займання;
- володіти відповідною в'язкістю;
- не мати сірчаних сполук, органічних та мінеральних кислот, води, механічних домішок;
- при згорянні виділяти більший обсяг тепла;
- бути стабільними і не змінювати властивості при довготривалому зберіганні.

1.4.2 Умови згоряння палива та забезпечення м'якої роботи двигуна.

Більш висока у порівнянні з карбюраторним економічність дизельних двигунів зумовлюється своєчасним займанням та повним згорянням вприснутого палива. Ці фактори узагальнюються збільшенням ступеня стиснення ($\epsilon=14...20$) та забезпеченням достатньою кількістю кисню для згоряння (коефіцієнта надлишку кисню $\alpha=1,4...1,5$).

Від моменту впорскування палива в камеру згоряння і до виникнення горіння та виділення тепла, проходить визначений, хоч і дуже не великий, проміжок часу. Температура, до якої паливо повинно бути нагріто, щоб

почалось його займання, називається *температурою самозаймання*. Вона залежить від хімічної складової палива та зовнішніх умов (тиску, складу робочої суміші, типу камери згоряння тощо).

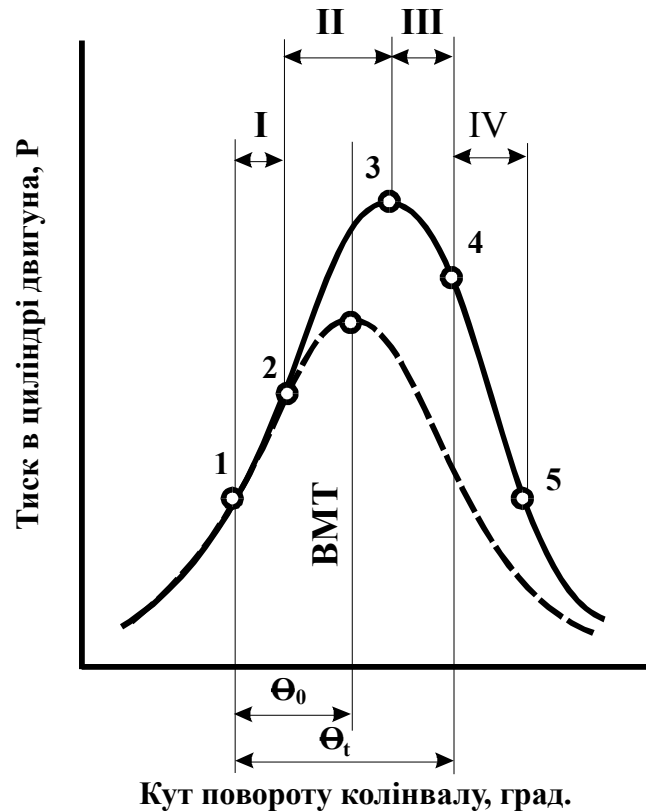


Рис.1.23. Розгорнута індикаторна діаграма дизельного двигуна

Процес згоряння палива, представлений у вигляді розгорнутої індикаторної діаграми (рис. 1.23), може бути поділений на чотири фази: I – фаза затримки (запізнення) самозаймання; II – фаза швидкого горіння, або період інтенсивного наростання тиску; III – фаза уповільненого горіння; IV – фаза догорання.

Із заданим випередженням вприскування палива θ^0 у точці 1 до прибуття поршня до ВМТ починається вприскування палива і продовжується до точки 4 із загальним θ_1 . Однак згоряння палива і супутнього йому інтенсивного збільшення температури та тиску в циліндрі не відмічається до точки 2. Повільне збільшення тиску відбувається внаслідок продовження хода стискування.

Відрізок I діаграми від точки 1 до точки 2 представляє *фазу затримки самозаймання*. В цей проміжок часу вприснуте паливо розсіюється, розігрівається та випаровується, причому утворювані пари палива взаємно

дифундують. Разом з тим протікають і займальні окислювальні процеси, котрі завершуються самозайманням утвореної суміші парів палива та повітря в одному або декількох осередків, де виявились найбільш сприятливі умови для їх виникнення. Тепло, яке виділяється при появі осередку полум'я, прискорює закінчення процесів фізичної та хімічної підготовки займання усієї кількості палива, яке поступило до камери згоряння. Продовжування першої фази залежить і від розміру крапель розсіяного палива. Чим вони менші, тим швидше паливо нагрівається та випаровується.

Потім починаються процеси, які характеризують *фазу II швидкого згоряння*. Кількість палива, що згорає у цій фазі, безпосередньо залежить від тривалості фази I. Очевидно, чим більша фаза I, тим більше палива накопичується у камері згоряння. Відповідно цьому виділення тепла та наростання тиску у фазі II процесу відбувається інтенсивніше, що на індикаторній діаграмі відображається збільшенням крутизни лінії 2 – 3, тобто збільшенням значення $dp/d\phi$.

При досягненні деякої інтенсивності зростання тиску $dp/d\phi$ робота двигуна робиться більш жорсткою, у результаті чого утворюються передумови для виникнення ударної хвилі. Якщо ж фаза I, і буде скорочуватись, то зменшиться і кількість палива, яке надходить у камеру згоряння. У цьому випадку тиск під час фази II процесу згоряння нарощується більш повільно і двигун буде працювати м'якіше (без стуків).

Отже, м'яка або жорстка робота двигуна визначається характером протікання фази II, тобто інтенсивністю зростання тиску $dp/d\phi$, яка, в свою чергу, залежить від тривалості фази I та затримки самозаймання.

Одразу ж після фази II починається *фаза III повільного згоряння палива*, при якій ще продовжується вприскування палива. Ця фаза триває до того часу, коли припиниться надходження палива у камеру згоряння (до точки 4).

Потім вступає у дію *фаза IV догорання* палива, яка протікає під час робочого ходу при зниженні тиску в циліндрі. Збільшення тривалості цієї фази веде до підвищення температури відпрацьованих газів, посиленню димності випуску, пониженню ККД двигуна. Тому потрібно максимально скорочувати

періоди фази догорання. Практично ця фаза характеризує невизначений час протікання процесу догорання та залежить від багатьох факторів (як від зовнішніх, так і від хімічного складу самого палива).

Інтенсивність наростання тиску залежить від кількості палива, що надходить у циліндр у період затримки самозаймання. Чим триваліший цей період, тим більше надійде палива в циліндр. Виділення теплоти і відповідно наростання тиску в циліндрі відбувається різко, тому робота двигуна буде супроводжуватися стуками і її називають “жорсткою”. Жорстка робота дизельного двигуна так само небажана, як і детонація в карбюраторних двигунах.

Режим роботи двигуна оцінюється зростанням тиску в камері згорання на 1⁰ повороту колінчастого вала. Якщо тиск зростає на 0,25...0,60 МПа – двигун працює м’яко, при 0,6...0,8 МПа – жорстко, а вище 0,8 МПа – дуже жорстко. Таким чином для нормальної роботи двигуна необхідно щоб паливо самозаймалось у чітко визначений момент і потім енергійно згорало, але достатньо плавно із зростанням тиску не більше 0,4...0,6 МПа на один градус повороту колінчастого вала. У цьому випадку буде, так звана, “м’яка” робота двигуна, при якій розвивається максимальна потужність і забезпечується необхідна паливна економічність.

Порівнюючи вплив окремих факторів на жорсткість роботи дизельного двигуна та детонацію карбюраторного двигуна, які характеризуються появою стуків, потрібно відмітити, що як збільшення кута випередження впорскування палива, так і збільшення кута займання аналогічно погіршують роботу двигуна. Однаковий ефект дає і підвищення частоти обертання колінчастого вала: у карбюраторних двигунів зменшується детонація, а у дизельного знижується жорсткість роботи. Це пояснюється деякими загальними рисами протікання фізичних та хімічних процесів згорання палива. Так, для відмічених факторів головну роль відіграє час, який відводиться на процес окислення та згорання палива. Дійсно, в карбюраторних двигунах скорочення часу на окислювальні процеси з утворюванням окису сприяє пониженню детонації. У дизельному ж двигуні зменшується період затримки

самозаймання та швидкого займання, що сприяє зниженню інтенсивності наростання тиску та робить роботу двигуна більш м'якою.

Усі інші фактори (ступінь стиску, температура деталей двигуна, з якими вступає в контакт робоча суміш, температура засмоктаного повітря та його щільність, наявність наддуву тощо) надають прямо протилежну дію на характер роботи (виникнення стуків) двигунів цих типів.

Що б пояснити таку розбіжність, необхідно замітити наступне. Швидкість протікання процесів сумішеутворення та окислення під час фази затримки самозаймання палива залежить від температури. З її підвищенням ці процеси прискорюються, а це значить, тривалість фази затримки зменшується. Тому фактори, сприяючі підвищенню температури у дизельному двигуні до початку і під час впорскування, забезпечують більш м'яку його роботу; у карбюраторному ж двигуні ті ж фактори ведуть до виникнення детонаційного згоряння.

Якщо ж розглядати конструктивні фактори, такі, скажімо, як підвищення ступеня стиску, використання наддуву тощо, то вони приводять не тільки до зростання тиску, але й до підвищення температури, а це сприяє прискоренню хімічних реакцій, що для дизельних двигунів значить більш м'яку роботу, а для карбюраторних двигунів підсилення передумов до детонації. Це можна проілюструвати кривими на рисунку 1.24, який показує вплив ступеня стиску ϵ на період τ затримки самозаймання. З ростом ϵ температура та тиск у камері згоряння збільшується, що призводить до зменшення періоду затримки самозаймання.

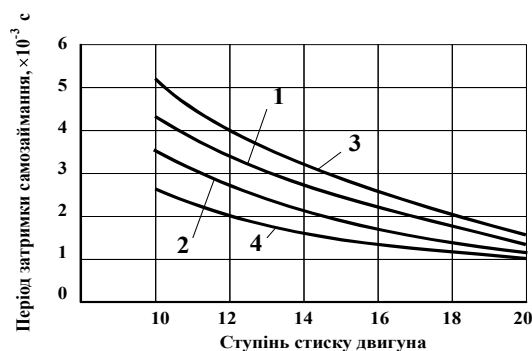


Рис. 1.24. Вплив ступеня стиску на період затримки самозаймання:

1 – дизельне паливе ДЛ; 2 – парафіно-нафтова частина палива

ДЛ; 3 – ароматична частина палива ДЛ; 4 – синтин.

Протилежний вплив дає і хімічний склад палива. Наприклад, якщо ароматичні вуглеводи сприяють підвищенню детонаційної стійкості бензинів, то їх кількість у дизельному паливі викликана великою затримкою до утворення окисних сполучень, збільшує фазу періоду затримки самозаймання та призводить до жорсткої роботи. Та, навпаки, збільшення вмісту у дизельному паливі нормальних парафінів, у силу їх схильності до легкого утворення окисних сполучень, скорочує період затримки самозаймання та сприяє м'якій роботі.

Попутно можна відмітити інші конструктивні та експлуатаційні фактори, які оказують вплив на характер роботи дизельного двигуна. Так, підвищення температури та тиску повітря на вході в циліндри двигуна також сприяє зниженню періоду затримки самозаймання. Не мале значення має і своєчасність впорскування палива. Якщо впорскування раннє у порівнянні з оптимальним, то за рахунок займання та передчасного згоряння частини палива може розвиватися значний тиск ще до приходу поршня у ВМТ, який викличе втрату потужності на переборення тиску горючих газів, що також недопустимо. Таким же чином на процеси горіння впливає і конструкція камери згоряння. Вона повинна забезпечити інтенсивне хвиле утворення, що буде скорочувати час розігрівання та випаровування палива, яке було впорснуте.

Важливий і правильний вибір матеріалу для деталей циліндро-поршневої групи. Наприклад, з матеріалу поршнів краще чавун, оскільки з-за меншої теплопровідності температура чавунного поршня в одних і тих же умовах виявиться вище алюмінієвого, що в свою чергу буде сприяти більш інтенсивному нагріванню палива та зменшенню періоду самозаймання.

1.4.3 Прокачувальна здатність і сумішоутворюючі властивості дизельних палив.

Надійність подачі дизельного палива залежить від прокачувальної здатності, тобто здатності його проходити через елементи системи живлення, головним чином через фільтри грубої і тонкої очистки. Фільтри грубої очистки затримують механічні домішки розміром більше 50...60 мкм, тонкої більше 2...5

мкм. При порушенні їх роботи зменшується, а іноді зовсім припиняється циклова подача палива, падає тиск вприскування палива тощо.

На характер надходження палива через систему живлення дизеля впливають його в'язкість і низькотемпературні властивості, а також забрудненість механічними домішками і водою.

Якщо паливо має високу в'язкість та його фільтрація обмежена, що може призвести до порушення подачі палива насосом. При малій в'язкості порушується дозування палива внаслідок просочування його між плунжером і гільзою насосу високого тиску. Крім того, дизельне паливо є мастильним матеріалом для прецизійних деталей системи живлення, тому мінімальна і максимальна його в'язкість регламентується ГОСТом.

В'язкість і низькотемпературні властивості палива взаємопов'язані і негативно впливають на його прокачувальну здатність при низьких температурах.

Подача палива при низьких температурах може порушуватися в наслідок забивання фільтрів кристалами парафіну. Такий стан палива визначається температурою помутніння. Це температура, при охолодженні до якої паливо втрачає прозорість в наслідок виділення мікро кристалів парафіну, церезину і льоду. Для надійної подачі палива у зимовий період температура помутніння повинна бути на 3...5 °С нижче тієї, при якій воно використовується.

Низькотемпературні властивості палива характеризують температура кристалізації і температура застигання. За температуру кристалізації приймають таку температуру, при якій в паливі з'являються перші кристалики, які можна побачити неозброєним оком. Температурою застигання називають температуру, при якій налите у пробірку паливо, під час охолодження в певних умовах, досягне такого стану, що не змінює положення меніску протягом однієї хвилини при нахиленні пробірки на 45°. Застигання палива настає при зниженні температури на 5...15 °С після його помутніння. Температура застигання – це важливий показник дизельного палива, який визначає можливість його використання при низьких температурах і входить в умовне позначення

зимових дизельних палив. Для надійної роботи системи живлення найнижча температура навколишнього середовища повинна бути на 10...15 °С вищою температури застигання.

Температури помутніння і застигання не завжди відтворюють реальну поведінку дизельного палива при його використанні в зимових умовах. Більш точніше характеризує прокачувальну здатність дизельного палива при низьких температурах *гранична температура фільтрації палива*. Це температура, при якій паливо, після охолодження в певних умовах, здатне ще проходити через фільтри з установленою швидкістю.

Визначають граничну температуру фільтрації за допомогою спеціального приладу (рис. 1.25).

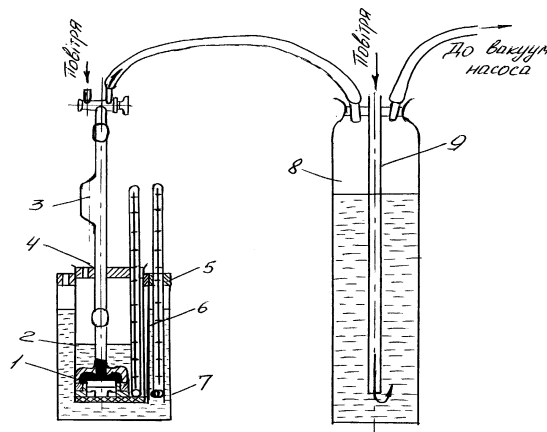


Рис. 1.25. Схема приладу для визначення граничної температури фільтрації:

- 1 – фільтр; 2 – ємність для палива; 3 – бюретка; 4 – пробка коркова;
- 5 – кришка; 6 – ємність-сорочка; 7 – ємність для охолодної суміші;
- 8 – ємність постійного вакууму; 9 – трубка скляна для сполучення з атмосферою.

Паливо під невеликим розрідженням (200 мм. вод. ст.) засмоктується через стандартну сітку (№ 004), закріплену в патроні, у скляну бюретку місткістю 20 мл. Випробування проводяться послідовно, охолоджуючи паливо на один градус. Температуру, при якій припиняється фільтрування палива або час заповнення бюретки перевищить 60 с, приймають за граничну температуру фільтрації.

Дослідження показують, що гранична температура фільтрації дизельних палив, як правило буває нижче температури помутніння, але вище температури застигання. Однак положення її в цьому інтервалі температур може бути різним: або ближче до температури помутніння, або – до температури застигання.

На нафтопереробних заводах покращують низькотемпературні властивості дизельних палив видаленням твердих вуглеводів при депарафінізації або додаванням присадок – депресорів. При цьому застосовують присадки суміші сополімерів етилену з вінілацетаном, які суттєво на 20 °C і більше понижують температуру застигання і граничну температуру фільтрівності палив, але практично не змінюють температуру помутніння.

В умовах експлуатації температуру застигання і помутніння понижують, розбавляючи літнє дизельне паливо реактивним паливом або бензином, в яких температура початку кристалізації не вище мінус 60 °C. При цьому температура помутніння знижується на 10...11 °C, а температура застигання – на 20...22 °C. Однак використовувати кількість розчинника більше 50% (за об'ємом) не рекомендується, так як значно знижується цетанове число і в'язкість суміші, що призводить до зниження надійності і економічності дизеля.

На процес сумішоутворення дизельного палива з повітрям в основному впливають конструктивні особливості двигуна і властивості палива.

Сучасні дизельні двигуни мають нерозділену (передкамерну і вихрекамерну) камеру згоряння. Форма камери згоряння, число форсунок, кількість, форма і розмір соплових отворів форсунки, тиск і напрям вприскування палива значною мірою впливають на процес сумішоутворення в дизелях. Всі ці конструктивні особливості дизельних двигунів вибирають експериментально таким чином, щоб забезпечити належне сумішоутворення.

Процес сумішоутворення в дизельних двигунах залежить також від фізико-технічних властивостей палива: в'язкості, густини, фракційного складу, тиску насиченої пари, поверхневого натягу тощо.

Збільшення в'язкості палива веде до збільшення крапель у факелі, що значно погіршує його розпилення і випаровування. Паливо з великою в'язкістю

догорає в кінці такту розширення, знижуючи економічність і підвищуючи димність відпрацьованих газів. З другого боку, паливо з малою в'язкістю також погіршує процес сумішоутворення. При його розпилюванні утворюються дрібні краплі, швидкість яких у щільному повітрі швидко падає, утворюючи укорочений факел. В наслідок цього не весь об'єм камери згоряння використовується для приготування однорідної суміші і не все повітря бере участь у сумішоутворенні, що призводить до надлишку палива і не повного його згоряння. У зв'язку з цим в'язкість дизельного палива повинна бути цілком оптимальною, щоб забезпечити належне сумішоутворення.

Густина дизельного палива суттєво впливає на процес сумішоутворення, приблизно так само, як і в'язкість. Із підвищення густини збільшується довжина факела, знижується економічність і зростає димність відпрацьованих газів. Густина дизельного палива при температурі 20 °С повинна бути в межах 0,830...0,860 г/м³.

Важливою характеристикою для розпилювання дизельного палива є поверхневий натяг – розмір крапель пропорційний величині поверхневого натягу. Із обважченням фракційного складу палива, підвищується його густина, а поверхневий натяг збільшується. Для палив швидкохідних дизелів поверхневий натяг знаходиться у межах 0,027...0,030 Н/м, а для тихохідних – більше 0,030 Н/м.

Дизельне паливо повинно мати цілком певний фракційний склад. Використання палива як важкого, так і легкого фракційного складу призводить до порушення роботи двигуна. У першому випадку в наслідок його незадовільного випаровування відбувається несвоєчасне самозаймання і неповне згоряння, що призводить до змивання масла зі стінок циліндрів, збільшення нагару, розрідження масла в картері тощо. У другому випадку ускладнюється пуск двигуна, збільшується жорсткість його роботи. Вплив фракційного складу палива на сумішоутворення різних типів двигунів не однаковий. Двигуни з розділеними камерами згоряння менш чутливі до фракційного складу палива, ніж двигуни з нерозділеними камерами згоряння.

Стандартом передбачається визначати температуру перегону 50 і 96 %

палива: $t_{50\%}$ - впливає на його пускові властивості; $t_{96\%}$ - є температурою кінця перегонки і свідчить про наявність важких фракцій, які погіршують сумішоутворення.

У зв'язку з дизелізацією автомобільного парку і зростання потреб у дизельному паливі, вивчаються питання розширення ресурсів таких палив шляхом зміни їх фракційного складу як за рахунок підвищення температури кінця кипіння, так і за рахунок зниження температури початку кипіння.

Палива з підвищеною температурою кінця кипіння називають обважненими (ОФС). Лабораторні дослідження і випробування показують, що можна збільшити ресурси дизельного палива на 3...4% за рахунок більш глибокого відбору з нафти прямогонних фракцій з температурою википання на 25...30 °С вище температури википання стандартного дизельного палива.

Полегшення фракційного складу за рахунок введення бензинових фракцій покращує експлуатаційні властивості обважнених палив. Таким чином при значній дизелізації автомобільного парку перспективним буде використання єдиного дизельного палива з температурою початку кипіння 66...80 °С і температурою перегонки 90% - 360 °С, яке називається – дизельне паливо широкого фракційного складу (ШФС).

1.4.4 Оцінка самозаймистості і цетанове число палива

Самозаймистість – це характеристика тих властивостей дизельного палива, які впливають на м'якість і жорсткість роботи дизельного двигуна. Для нормальної роботи дизеля необхідно, що паливо самозаймалось у чітко визначений момент і потім енергійно згорало, викликаючи інтенсивне, але достатньо плавне підвищення тиску, не перевищуючи 0,4...0,6 МПа на один градус повороту колінчастого валу. У цьому випадку буде, так звана, “м'яка” робота двигуна, при якій розвивається максимальна потужність і забезпечується необхідна паливна економічність. Якщо самозаймання запізнюється, то це призводить до жорсткої роботи двигуна. Визначають самозаймистість, порівнюючи роботу стандартного двигуна на досліджувальному паливі і на спеціально підібраній суміші еталонних палив.

Оціночним показником, що характеризує самозаймистість дизельного палива, є цетанове число, яке визначається методом порівняння займистості палива із займистістю суміші двох вуглеводнів (двох еталонів). В якості одного еталона прийнятий цетан ($C_{16}H_{34}$) – парафіновий вуглевод нормального складу, період затримки самозаймання якого малий. Його цетанове число (ЦЧ) приймають за 100. У якості другого еталона прийнятий альфаметилнафтолін ($C_{10}H_7CH_3$) – ароматичний вуглевод із циклічним бензольним ядром, період затримки самозаймання якого великий, і цетанове число дорівнює 0.

Цетанове число дорівнює відсотковому вмісту (за об'ємом) цетану в такій суміші з альфаметилнафталіном, що рівноцінна даному паливу за самозаймистістю при випробуванні в стандартних умовах. Визначають цетанове число на спеціальних установках, конструкція яких забезпечує зміну ступеня стиску у межах 7...23, різними методами: змінами критичного ступеня стиску, запізнення самозаймання, збігу спалахів тощо. Найбільшого поширення набув метод збігу спалахів, суть якого така. При роботі установки на дизельному паливі, ЦЧ якого визначають, змінюючи ступінь стиску добиваються такого положення, щоб при вприскуванні палива за 13° повороту колінчастого вала до ВМТ самозаймання горючої суміші починалось рівно у ВТМ, про що повідомляють спеціальні датчики. Потім підбирають таку суміш цетану з альфаметилнафталіном, яка при тому ж ступеню стиску мала б такий же період затримки самозаймання (13°). Вміст цетану в такій суміші в відсотках за об'ємом і приймають за цетанове число.

Цетанове число дизельних палив залежить від їх вуглеводневого складу, структури і молекулярної маси (табл. 1.14).

Таблиця 1.14. Цетанові числа деяких вуглеводнів

Група	Найменування	Формула	ЦЧ
Парафінові	Н – декан	$C_{10}H_{22}$	77
	Цетан	$C_{16}H_{34}$	100
Нафтеніві	Декалін	$C_{10}H_{20}$	48
	Метилдіпропілдекалінметан	$C_{10}H_{17}C_8H_{17}$	21
Ароматичні	Альфаметилнафталін	$C_{10}H_7CH_3$	0
	Альфаоктилнафталін	$C_{10}H_7C_8H_{17}$	18

Знаючи груповий вуглеводний склад палива визначають метанове число за формулою (1.33):

$$ЦЧ = 0,85 П + 0,1 Н = 0,2 А; \quad (1.33)$$

де $П$, $Н$, $А$ – відповідно вміст у паливі парафінових, нафтових і ароматичних вуглеводнів, у відсотках за масою.

Цетанове число можна обчислити і знаючи густину та кінематичну в'язкість за формулою (1.34):

$$ЦЧ = (\nu_{20} + 17,8) \cdot 1,5879 / \rho_4^{20}, \quad (1.34)$$

де ν_{20} – в'язкість палива при 20°C , $\text{мм}^2/\text{с}$

ρ_4^{20} – густина палива, $\text{г}/\text{м}^3$

За цими формулами можна лише приблизно знайти цетанове число. Вони не придатні при визначенні цетанових чисел для палив з присадками, які підвищують цетанове число, а також для палив, у склад яких входять бензинові фракції.

Враховуючи, що вуглеводні з високим цетановим числом мають низьку детонаційну стійкість, тобто низьке октанове число, виведено емпіричну залежність між ними (1.35):

$$ЦЧ = 60 - 0,4/2. \quad (1.35)$$

За кордоном для характеристики самозаймання дизельного палива, поряд з цетановим числом, використовують показник – дизельний індекс (ДІ). Між дизельним індексом і цетановим числом палива існує така залежність:

Дизельний індекс	20	30	40	50	62	70	80
Цетанове число	30	35	40	45	55	60	80

Цей показник нормується і у вітчизняній технічній документації на дизельне паливо, яке поставляється на експорт.

Оптимальне значення цетанового числа 40...50. Використання палива з цетановим числом менше 40 призводить до жорсткої роботи двигуна, а більше 50 – до збільшення питомої витрати палива за рахунок зменшення повноти згоряння. Влітку можна успішно застосовувати паливо з цетановим числом 40,

а взимку, для забезпечення пуску холодного двигуна, цетанове число повинно бути не менше 45.

Величина цетанового числа впливає на пускові властивості дизельного палива. З підвищенням цетанового числа пуск двигуна полегшується (рис. 1.26). Однак це стосується палив, які не значно відрізняються за фракційним складом. При більшій різниці у фракційному складі важке паливо з високим цетановим числом часто має гірші пускові властивості, ніж легке паливо з більш низьким цетановим числом (рис. 1.27).

Цетанові числа можуть бути підвищені двома способами: регулюванням вуглеводного складу або введенням нових присадок.

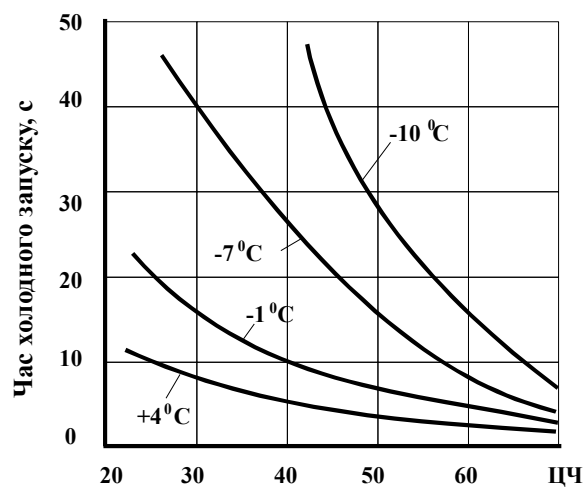


Рис. 1.26. Залежність часу пуску холодного дизельного двигуна від цетанового числа палива при різних температурах повітря (частота обертання колінчастого вала 100 хв^{-1})

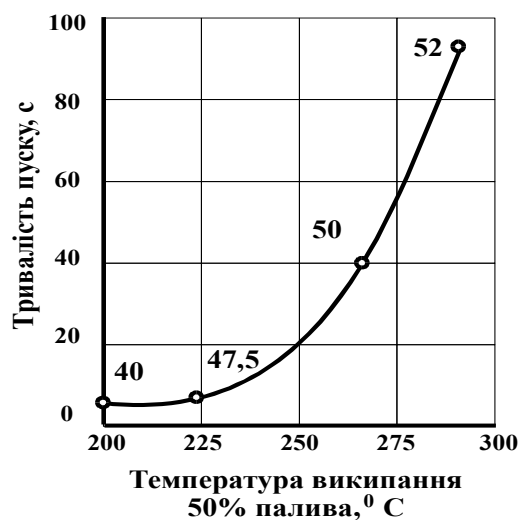


Рис. 1.27. Залежність часу пуску дизельного двигуна від температури википання 50% палива (числа над точками – цетанові числа)

1.4.5 Нагароутворюючі і корозійні властивості палива

Нагароутворюючі властивості дизельного палива характеризують його схильність до утворення в результаті згоряння специфічних відкладень на деталях циліндро-поршневої групи та газорозподільчого механізму, що призводить до значних порушень в роботі двигуна (погіршення тепловіддачі, зависання клапанів, підгорання голки форсунки, закоксовування поршневих кілець тощо).

Серед факторів, які безпосередньо впливають на процес нагароутворення, необхідно відмітити наступні: підвищення в'язкості палива, великомолекулярні смолисто-асфальтові утворення та непридільні вуглеводні, сірчані з'єднання, механічні суміші. В наслідок цього, з метою зменшення впливу палива на нагароутворення в двигуні, необхідно обмежити або повну відсутність небажаних в паливі цілого ряду механічних сумішей та з'єднань.

Хоча в даний момент немає достатньо точного метода оцінки нагароутворюючих властивостей палива, однак загально прийняті показники коксуємості у деяких ступенях дозволяють думати про схильність палива до відкладання нагару (особливо для порівняння оцінки різних партій товару одного і того ж палива при приймальних іспитах).

Коксуємість палива визначається у спеціальному приборі (рис. 1.28). Фарфоровий тигель 1 з навіскою палива, що підлягає випробуванню, ставлять у залізний тигель 2, який служить повітряною банею, і разом їх поміщають в тигель 3 з піском, який виконує функцію пісочної бані. Потім тиглі установлюють у залізному азбестованому муфелі 4 та закривають ковпаком 5. При нагріванні тигелів випробуване паливо коксується, а утворенні пари та газу підпалюються на виході з ковпака. Процес коксування закінчується, коли закінчується виділення газів, на що вказує згасання полум'я. Після цього фарфоровий тигель охолоджують у ексикаторі і зважують. Коксуємість, або, як іноді називають, коксоване число палива, виражається у відсотках від узятій навіски.

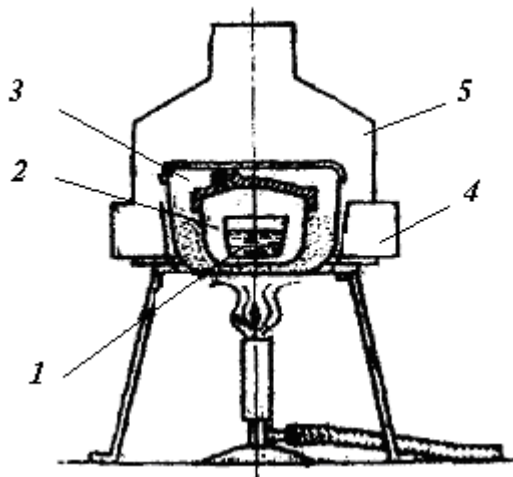


Рис. 1.28. Схема приладу для визначення коксуємості нафтопродуктів.

Стандарт на дизельне паливо допускає коксуємість не більше 0,05%. Але, оскільки це значення мале, визначається коксуємість 10% залишку, отриманого після відкачування з колби при фракційній розгонці 90% за залитого в неї палива. В цьому випадку коксуємість 10% залишку допускається не більше 0,4 – 0,5%.

В процесі роботи двигуна на його деталях відкладаються не тільки нагар, а ще й лакоподібні елементи, котрі також являються продуктами високотемпературного окислення непридільних вуглеводнів та інших з'єднань.

Для оцінки схильності палива до лакоутворення розроблені методика та спеціальний пристрій. Щоб визначити схильність палива до шлакоутворення 1 мл палива наливають у алюмінієву чашку та підвергають випарюванню у термостаті-лакоутворювачі при температурі 250 °С. Коли закінчується випаровування палива, в чашці залишиться лакова плівка. Після охолодження чашку зважують і таким чином встановлюють масу утвореного лаку. Результат перераховують на 10 мл палива. Чим легше паливо за фракційним складом, тим менше утворюється лаку.

В діючі стандарти на дизельне паливо показник коксуємості не входить, і оцінку палива за нагароутворюючим властивостям можна робити за отриманням смол. Для літніх сортів палива воно не повинно бути більше 60, а для зимових – не більш 40 мг/100 мл палива.

До лако- та нагароутворення схильні непередільні вуглеводні палива, з збільшенням вмісту яких ці процеси інтенсифікуються. Вміст непередільних вуглеводнів можна оцінювати за *йодним числом*, яке представляє собою кількість йоду (г), яке вступило в реакцію зі 100 г палива. В дизельних паливах йодне число не повинно бути більше 6 г/100 г палива.

Зольність характеризує мінеральний залишок після спалювання палива у атмосфері повітря при температурі 800 – 850 °С. Зольність палива визначають у фарфоровому тиглі, котрий зважують до і після озолення палива. Залишок золи в тиглі виражають у відсотковому відношенні до навіски палива. Зольність виготовлених дизельних палив не повинна перевищувати 0,01 – 0,02%. Із збільшенням зольності палива значно зростає знос елементів системи живлення та деталей циліндро-поршневої групи двигуна.

Сірчані сполучення палива створюють великий вплив на утворення нагару і головним чином на його стан. Сірка, яка концентрується у нагарах та відкладеннях, робить їх більш твердими та важко знищувальними. Так, випробуваннями встановлено, що якщо при вмісті в паливі сірки 0,08%, в нагарах її містилось 1%, а щільність відкладень складала 0,03 г/см³, то при підвищенні вмісту сірки в паливі до 1,5% в нагарах її вже було 9%, а щільність відкладень досягла 0,5 г/см³. Підвищений знос деталей, що спостерігається з ростом утримання сірки в паливі, окрім корозійного характеру, та впливом підвищеної щільності та утворенням нагару.

Корозійні властивості палива, як вже відмічалось, визначаються в основному такими факторами, як утримання в паливі водорозчинних кислот та луг, органічних кислот, води та сірчаних сполучень. У відповідності з ГОСТом у дизельному паливі не допускається наявності водорозчинних кислот та луг, а також води, оскільки вони сильно впливають на корозію деталей двигуна.

Органічні кислоти, при їх наявності в паливі, теж створюють корозійну дію. Проведеними випробуваннями двох дизельних палив (з кислотністю 4 та 50 мг КОН/100 мл) на двохтактному дизельному двигуні за 560 ч роботи встановлено, що при використанні палива з підвищеною кислотністю продуктивність форсунок знизилось у 7 разів, знос плунжерних

пар та першого компресійного кільця підвищилися більш ніж у 2 рази. За технічними умовам кислотність дизельних палив не повинна перевищувати 5 мг КОН/100 мл.

Вирішальний вплив на корозійну агресивність дизельних палив має вплив і характер сірчистих сполук. Корозійна агресивність дизельних палив підвищується зі збільшенням загального вмісту сірки. У даний час нафтопродукти одержують в основному з сірчистих нафт, так як запаси малосірчастих нафт обмежені. В результаті їх перегонки отримують газойлеві і солярові дистилятори з вмістом сірки до 1,0...1,3%. Сірки з дистиляторів видаляються за допомогою різних способів очистки, які дозволяють знизити її вміст до 0,2...0,5%.

Активних сірчистих сполук (сірководню, елементної і меркаптанової сірки) при випуску палива із заводу повинно бути так мало, щоб корозійні випробування, тобто пробу на мідну пластинку, воно витримувало.

Корозійні властивості дизельних палив обумовлені не стільки загальним вмістом сірки в паливі, скільки вмістом меркаптанів. Спрацювання плунжерних пар при роботі на паливі з вмістом 0,025% меркаптанової сірки (рис.1.29) збільшується у два рази у порівнянні з спрацюванням на паливі без меркаптанів. Тому вміст меркаптанової сірки в паливі повинен бути не більше 0,01%.

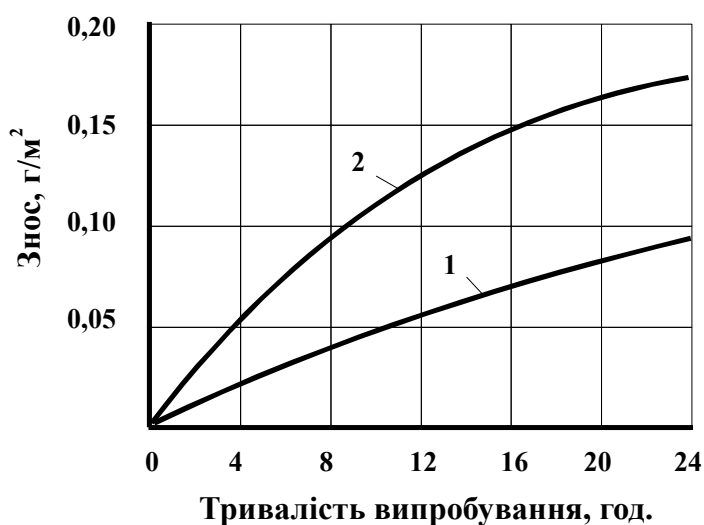


Рис. 1.29. Залежність спрацювання плунжерних пар від вмісту меркаптанової сірки:

1 – відсутня; 2 – 0,025 %.

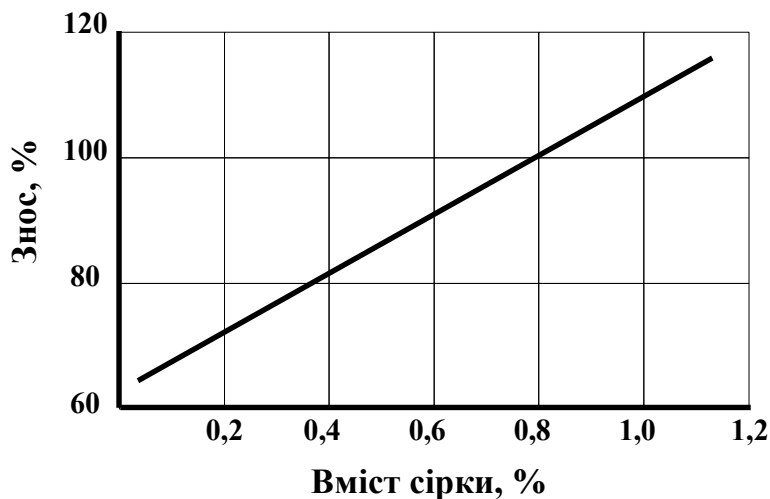


Рис.1.30. Вплив вмісту сірки в паливі на спрацювання поршневих кілець.

Загальна кількість сірки, яка містить в дизельному паливі, суттєво впливає на працездатність дизельного двигуна. Узагальнюючи експериментальні дослідження, можна стверджувати, що при зростанні вмісту сірки з 0,2 до 0,5% знос становить 15%, а при використанні сірчистих палив із вмістом сірки до 1,0% знос прискорюється майже в два рази. На рисунку 1.30 показано вплив сірки на інтенсивність зносу поршневих кілець.

1.4.6 Асортимент палив для дизельних двигунів та область їх застосування.

Дизельне паливо – це продукт перегонки нафти, гідроочищення та депарафінізації. Для збільшення обсягів виготовлення палива в нього можуть добавлятися компоненти каталітичного крекінга.

Відповідно до ГОСТ 305–82 для швидкохідних дизельних двигунів випускають три марки дизельних палив залежно від сезонності або географічних областей використання: Л – літнє, для експлуатації двигунів при температурі навколишнього повітря $+10^{\circ}\text{C}$ і вище; З – зимове, для експлуатації двигунів при температурі навколишнього повітря: -20°C і вище (з температурою застигання -35°C), -30°C і вище (з температурою застигання -45°C); А – арктичне, для експлуатації при температурі навколишнього повітря -50°C і вище (табл. 1.15).

Крім того, для кожної марки окремо обумовлена кліматична зона – помірна або холодна, а також види палива. За вмістом сірки дизельні палива поділяють на два види: І – масова частка сірки не більше 0,2%, ІІ – масова частка сірки не більше 0,5% (для марки А – не більше 0,4%).

Таблиця 1.15. Основні показники дизельного палива для швидкохідних дизельних двигунів

Показник	Л	З	А
Цетанове число (не менше)	45	45	45
Фракційний склад, температура (не вище), °С:			
випаровування 50% палива	280	280	280
випаровування 96% палива	360	340	380
Кінематична в'язкість при 20 °С, мм ² /с	3...6	1,8...5	1,5...4
Температура помутніння (не вище), °С, для кліматичної зони:			
помірної	-5	-25	-
холодної	-	-35	-
Температура застигання (не вище), °С, для кліматичної зони:			
помірної	-10	-35	-
холодної	-	-45	-55
Температура спалаху (не нижче), °С	40	35	30
Вміст сірки (не більше), %:			
у паливі виду І	0,2	0,2	0,2
та у паливі виду ІІ	0,5	0,5	0,4
Випробування на мідній пластині		Витримує	
Утримання фактичних смол (не більше), мг/100см ³	40	30	30
Кислотність (не більше), мг КОН/100 см ³	5	5	5
Зольність (не більше), %	0,01	0,01	0,01
Коксуємість 10% залишку (не більше), %	0,3	0,3	0,3
Коефіцієнт фільтрує мості (не більше)	3	3	3
Вміст води та механічних домішок		Відсутній	
Густина при 20 °С, кг/м ³ , не вище	860	840	830

В умовне позначення палива марки Л входять масова частка сірки і температура спалаху, З – масова частка сірки і температура застигання, А – масова частка сірки. Наприклад позначення: паливо дизельне Л – 0,5-40 ГОСТ 305-82; паливо дизельне З-0,2 мінус 45 ГОСТ 305 – 82; паливо дизельне А – 0,2 ГОСТ 305 – 82.

Паливо Л використовують влітку в помірній і холодній кліматичних зонах за умови, що температура навколишнього повітря не знижується нижче 0 °С.

Паливо 3 призначене для двох кліматичних зон: для помірної з температурою повітря не нижче мінус 20 °С (температура застигання не вище мінус 35 °С) і для холодної – з температурою повітря не нижче мінус 30 °С (температура застигання не вище мінус 45 °С).

Паливо А застосовують при температурі навколишнього середовища мінус 50 °С і вище (температура застигання не вище мінус 55 °С). Температура помутніння для нього не нормується, тому, що це паливо піддається глибокій депарафінізації.

Для використання в літній період (при температурі навколишнього повітря не нижче 5 °С) виробляють паливо обважненого фракційного складу (ТУ 38 001355 – 85). На відміну від стандартного літнього палива у нього більш висока (на 20...30 °С) температура кінця кипіння. При цьому до +360 °С переганяється не менше 90% замість 96%. В наслідок цього його температура викіпання 50% на 10°С вище (табл. 1.16)

Паливо не повинно містити сірководень, водорозчинні кислоти і луги, механічні домішки, воду. За фракційним складом і основними фізико-технічними показниками паливо (ОФС) наближається до палив, які виробляються за кордоном.

Результати експлуатаційних випробувань роботи двигунів на паливі ОФС показали, що на 2...4% збільшується питома витрата і на 4...5% годинна витрата палива, що потребує перерегулювання паливної апаратури. Крім того, в цих двигунах більш інтенсивно спрацьовуються присадки моторного масла.

Дизельне паливо експортне (ТУ 38001162–85) виготовляють для поставок на експорт з вмістом сірки до 0,02%, для чого дизельні фракції прямої перегонки піддають гідроочищенню. Для оцінки його якості, за вимогою споживачів, визначають дизельний індекс, а не цетанове число. Крім того, замість визначення вмісту води і коефіцієнта фільтрівності експрес-методом визначають прозорість палива при температурі 10 °С. Промисловість випускає дизельне паливо експортне марок ДЛЕ і ДЗЕ.

Таблиця 1.16. Характеристика дизельного палива обважненого фракційного складу (ОФС)

Показник	Норма
Цетанове число, не менше	45
Фракційний склад:	
$t_{50\%}$, $^{\circ}\text{C}$, не вище	290
до 360°C переганяється, % не менше	90
В'язкість кінематична при 20°C , $\text{мм}^2/\text{с}$	3,0...6,5
Температура, $^{\circ}\text{C}$, не вище:	
застигання	0
помутніння	5
Температура спалаху в закритому тиглі, $^{\circ}\text{C}$, не нижче:	
для дизелів загального призначення	40
для тепловозних і суднових дизелів	61
Вміст сірки, %, не більше, у паливі:	
виду І	0,2
виду ІІ	0,5
	0,01
Вміст меркаптанової сірки, %, не більше	Витримує
Випробування на мідній пластинці	5
Кислотність, г КОН/100 см^3 , не більше	6
Йодне число, г J_2 /100 г, не вище	0,01
Зольність, % не більше	0,3
Коксівність 10% залишку, %, не більше	3
Коефіцієнт фільтрівності, не більше	860
Густина при 20°C , $\text{кг}/\text{м}^3$, не вище	

Для середньо – і тихохідних дизельних двигунів, з частотою обертання колінчастих валів до 1000 хв^{-1} (ГОСТ 1617–68) виробляють паливо марок ДТ і ДТ* та ДМ* вищої якості. Вони відрізняються в'язкістю, коксованістю і температурою застигання. Паливо цих марок – суміш дистиляторів з залишковими продуктами (мазут) прямої перегонки або крекінгу. Двигуни, в яких використовують таке паливо, експлуатують в основному на стаціонарних і напівстаціонарних установках. Коротка характеристика палива наведена в таблиці 1.17.

Паливо ДТ призначено для дизелів не необладнаних системою підготовки палива, а паливо ДМ (мазут) – для судових тихохідних дизелів, обладнаних системою попередньої підготовки палива (нагрівання до температури $60...70^{\circ}\text{C}$ та відстоювання фільтруванням).

Газові конденсати (рідкі вуглеводні, що конденсуються при нормальних умовах із природним газом, які знаходяться в підземних шарах під

тиском 4,9...9,8 МПа і температурі до 150 °С), розглядаються як додаткове джерело сировини для одержання палив для автотракторних двигунів.

Аналіз газових конденсатів, що розглядаються, які в основному складаються з нафтових і парафінових вуглеводнів, дозволяє розділити їх за складом на дві групи (рис. 1.31): важкі газові конденсати відносно вузького і легкі більш широкого фракційного складу.

Таблиця 1.17. Коротка характеристика палив для середньо- і тихохідних дизельних двигунів

Показник	ДТ*	ДТ	ДМ*
Густина при 20 °С, г/см ³ , не більше	0,930	0,930	0,970
Фракційний склад: до 250 °С перегонки, %, не більше	15	15	10
В'язкість при 50 °С:			
кінематична, мм ² /с, не більше	20	36	130
умовна, °ВУ, не більше	2,95	5	17,4
	0,02	0,04	0,06
Зольність, %, не більше			
Масова частка сірки, %, не більше:	0,5	0,5	-
у мало сірчистому паливі	1,5	1,5	2,0
у сірчистому паливі		Відсутність	
Вміст водорозчинних кислот і лугів	0,05	0,05	0,1
Масова частка, %, не більше:	0,1	0,5	0,5
механічних домішок	70	65	85
води	-5	-5	10
Температура спалаху в закритому тиглі, °С, не нижче			
Температура застигання, °С, не вище			

Конденсати першої групи за основними властивостями незначно відрізняються від стандартних арктичних і зимових дизельних палив, а конденсати другої групи мають менші значення густини, в'язкості, температур спалаху і застигання, ніж стандартні дизельні палива.

З 1 січня 1981 р. введено в дію ТУ 51-28-81 "Паливо газоконденсатне широкофракційне для швидкохідних дизелів", яке поширюється на паливо газоконденсатне (ГКП) широкофракційне зимове північне, одержане прямою перегонкою газового конденсату Уренгойського родовища, а також компонуванням фракції газового конденсату з товарним дизельним паливом.

ГКП токсично і вибухонебезпечне, що потребує дотримання встановлених вимог безпеки.

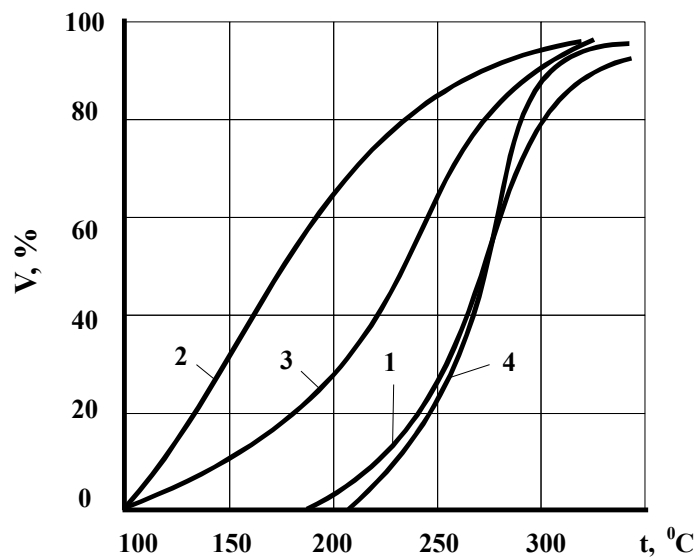


Рис.1.31. Фракційний склад дизельного палива і газових конденсатів:

- 1 – дизельне паливо; 2 – газовий конденсат Соленинського родовища;
3 – суміш 50% дизельного палива і 50% газового конденсату Соленинського родовища; 4 – газовий конденсат родовища "Медвежье".

Широке використання дизелів в усіх галузях народного господарства призводить до необхідності збільшення виробництва дизельного палива. При існуючій технології нафтопереробки його вихід становить близько 20...25%, тому можливим шляхом задоволення зростаючих потреб у дизельному паливі є перехід на паливо з широким фракційним складом (ШФС). Одержують таке паливо методом прямої перегонки нафти. Споживачами цього палива повинні стати дизелі всіх розмірів і будь – якої швидкохідності. Це значно спростить весь комплекс переробки нафти і використання палива (одержання, транспортування, зберігання тощо).

1.4.7 Закордонні класифікації дизельних палив.

У США і деяких інших країнах технічними умовами, що діють в державному масштабі, встановлюються лише загальні вимоги до найбільш важливих показників дизельних палив, а конкретні вимоги до них, за всіма фізико-хімічними показниками, передбачаються специфікаціями фірм. Так

державна специфікація ASTM (США) на дизельні палива встановлює граничні значення основних показників для палив трьох марок (табл. 1.18), що застосовують у дизельних двигунах різних типів.

Паливо 1 – Д являє собою гасо-газойлеві нафтові фракції і призначено для швидкохідних дизельних двигунів, які працюють з частою зміною навантаження і швидкості в широких межах, а також для двигунів, які експлуатуються при низьких температурах.

Паливо 2 – Д – в'язке дистилатне паливо або суміш дистилатних і залишкових палив – призначених для тихохідних стаціонарних двигунів, а також середньохідних двигунів, які працюють тривалий час під навантаженням, в основному при постійній частоті обертання і швидкохідності.

Паливо 4 – Д – в'язке дистилатне паливо або суміш дистилаторних і залишкови палив – призначених для тихохідних стаціонарних двигунів, а також середньохідних, які працюють тривалий час під навантаженням, в основному при постійній частоті обертання і швидкості.

Таблиця 1.18. Специфікація ASTM на дизельні палива США

Показник	1-D	2-D	4-D
Цетанове число не нижче	40	40	30
Фракційний склад: 10% перегонка при температурі, °C:			
не нижче	-	282	-
не вище	287	338	-
В'язкість при 37,8 °C, мм ² /с:			
не нижче	1,4	2,0	5,8
не вище	2,5	4,3	26,4
Коксівність 10%-го залишку, %, не більше	0,15	0,35	-
Зольність, %, не більше	0,01	0,01	0,1
Температура спалаху в закритому тиглі, °C, не нижче	37,8	51,7	54,4
Вміст, %, не більше:			
сірки	0,5	0,5	2,0
води і механічних домішок	Сліди	0,1	0,5
Випробування на мідній пластинці		Витримує	

Специфікацією ASTM на дизельне паливо не регламентується температура застигання, але вона повинна бути на 5,6 °C нижче температури навколишнього повітря, за винятком тих палив, коли передбачено підігрів палива. Специфікацією допускається порівняно високий вміст сірки в дизельному паливі – від 0,5% для палива 1 – Д до 2,0% - для палива Д – 4.

Товариство автомобільних інженерів США (SAE) розробило свою специфікацію дизельних палив, яка передбачає випуск чотирьох сортів палива для дизельних двигунів усіх видів (табл. 1.19).

Таблиця 1.19. Специфікація SAE на дизельні палива

Показник	Сорт			
	1	2	3	4
Густина при 20 °С, г/см ³	0,802... 0,825	0,825... 0,844	0,844... 0,876	-
Цетанове число, не нижче	50	45	40	30
Фракційний склад: 90% переганяється до температури, °С:				
не нижче	-	282	282	-
не вище	288	316	334	-
В'язкість при 37,8 °С, мм ² /с	1,2...2,5	1,8...3,5	2,0...4,3	5,8...26,4
Температура, °С:				
спалаху, не нижче	49	49	49	49
помутніння, не вище	-29	-26	-18	-
застигання, не вище	-	-	-32	-
Вміст сірки, %, не більше	0,2	0,5	0,7	2,0
Випробування на мідній пластинці, бали	2	2	2	2

Паливо 1-го сорту – легке дизельне паливо прямої перегонки найбільш високої якості, має схильність до димлення, високу стабільність, низьку корозійну активність і добрі низькотемпературні властивості. В основному це паливо відповідає паливу марки 1 – Д за специфікацією ASTM.

Паливо 2-го сорту – дизельне паливо вищої якості, призначення для найпоширеніших умов роботи двигунів. Воно поступається дизельному паливу 1-го сорту за низькотемпературними властивостями.

Паливо 3-го сорту – дизельне паливо високої якості, але має схильність до димлення, меншу стабільність, гірші корозійні і низькотемпературні властивості. Воно дешевше і призначене для двигунів, які працюють постійно прогрітими (міжміські вантажні автомобілі, локомотиви тощо). Відповідає паливу 2 – Д за класифікацією ASTM.

Паливо 4-го сорту – найбільш дешевше і низької якості, рекомендується для тихохідних стаціонарних і судових двигунів. Воно відповідає паливу 4 – Д за специфікацією ASTM.

Крім специфікацій ASTM, SAE і федеральної в США існують специфікації на дизельне паливо, які враховують особливості роботи дизельних

двигунів. Так в США, передбачена специфікація на дизельне паливо: для автобусів, причому окремо для міських і міжміських; двигунів специфікації залізничних доріг; двигунів специфікації гірського бюро, військового відомства, НАТО та ін.

В Англії, як і у США, крім державної специфікації BS, яка передбачає поділ дизельних палив на класи залежно від їх в'язкості (табл. 1.20), випускаються палива за специфікаціями фірм “Shell”, “British Petroleum” та ін.

Таблиця. 1.20. Англійська специфікація BS на дизельні палива

Показник	A	B	D	E	F	G	H
Густина при 20 °С, г/см ³ не вище	-	-	-	-	-	0,985	-
Цетанове число, не нижче	45	-	-	-	-	-	-
Фракційний склад: переганяється до температури 357 °С, % не менше	90	-	-	-	-	-	-
В'язкість при 37,8 °С, мм ² /с, не більше	7,8	14,2	7,8	81	250	750	1750
Коксівність, %, не більше	0,1	0,5	0,2	-	-	13,5	-
Зольність, %, не більше	0,01	0,02	0,01	-	-	0,2	-
Температура спалаху, °С, не нижче	54,4	65,6	-	-	-	-	-
Вміст, %, не більше							
сірки	1,3	1,8	2,0	-	-	3,5	-
води	0,1	0,25	0,25	0,5	1,0	1,0	1,5
механічних домішок	0,01	0,05	0,05	0,15	0,25	0,25	0,25
Випробування на мідній пластинці (50 °С, 3 год), бали	1	-	-	-	-	-	-

Дизельні палива класів А і В – дистилатні продукти, призначені для швидкохідних двигунів. Палива класів Е, F, G, H – залишкові продукти, призначені для стаціонарних і судових силових установок. Паливо D – пічне, використовується для автоматичних силових установок.

1.5. Газоподібне паливо

1.5.1 Загальні відомості. Класифікація.

В сільському виробництві газоподібне паливо використовується для різних технологічних (опалення теплиць, парників, тваринницьких і птахівницьких комплексів, виробничих приміщень, в сушила тощо) і для побутових цілей, а також в двигунах внутрішнього згорання.

Газоподібне паливо – це суміш різних газів (горючих і не горючих). Основними горючими компонентами є водень (H), окис вуглецю (CO), метан (CH_4), та газоподібні вуглеводні: етан (C_2H_6), бутан (C_4H_{10}), іноді сірководні (C_nH_m). Негорючі компоненти – вуглекислий газ (CO_2), азот (N_2), кисень (O_2).

У паливному балансі України газоподібне паливо з кожним роком займає все вагомніше місце. Великі перспективи використання газу у сільському господарстві як для технологічних, так і побутових потреб. Газоподібне паливо в останні роки все ширше використовують у двигунах внутрішнього згоряння (ДВЗ).

Газоподібне паливо порівняно з іншими видами палив має такі переваги:

- згорає майже із теоретичною кількістю повітря, що забезпечує високий коефіцієнт корисної дії (ККД) і більшу температуру згоряння;
- дешеве і після вугілля найпоширеніше, з великими природними запасами;
- при згорянні не утворює небажаних продуктів сухої кіптяви, диму і сірчастих сполук, а також виділення значно меншої кількості продуктів, які забруднюють навколишнє середовище;
- легко запалюється при будь-якій температурі навколишнього середовища;
- порівняно просто підводиться від газопроводів до об'єктів споживання і дає можливість централізованого зберігання
- дешевше інших видів палива;
- може бути використане в стиснутому і зрідженому стані, в особливості у двигунах внутрішнього згоряння;
- володіє високим протидетонаційними властивостями, а при згорянні не утворює конденсату, що забезпечує менший знос деталей двигуна;
- для зберігання газу не потрібні спеціальні складські приміщення, оскільки їх транспортують газовими магістралями та в балонах.

Газоподібне паливо має й негативні властивості:

- утворює вибухові суміші з повітрям (природний газ, метан, водень);
- легко витікає через нещільності.

Крім того газу, до складу яких входить окис вуглецю (генераторний, змішаний, світильний, водяний, коксовий) дуже отруйні, тому при роботі з ними необхідно суворо дотримуватися правил технічної, особистої і протипожежної безпеки.

Газоподібне паливо, як і інші палива, поділяють на природне, яке використовується в тому вигляді, в якому воно знаходиться в надрах землі (природний газ газових родовищ і супутній) і штучне – газу, які одержують як побічний продукт при переробці нафти і твердого палива або спеціально за допомогою газогенераторів (доменний, коксовий, генераторний).

Залежно від фізичних властивостей газу можуть бути зріджені і стиснуті. Зріджені – це газу з відносно *високою критичною температурою*, при підвищенні тиску до 1,0...1,5 МПа переходять у рідкий стан. Це в основному пропан-бутанові вуглеводні.

Критична температура – найбільша температура, при якій можливе існування рідини в стані рівноваги з паром. Зрідження газу можливе тільки при його охолодженні нижче температури критичної.

Стиснуті – це газу з *низькою критичною температурою*, які залишаються в газоподібному стані при нормальній температурі навіть при дуже високому тиску (до 20 МПа). До них належать метан, окис вуглецю, водень, етилен.

Залежно від теплоти згоряння газоподібне паливо поділяють на три групи:

- висококалорійні, з теплотою згоряння понад 23030 кДж/м³, до яких відносять природні газу, які отримують із свердловин разом з нафтою та при її переробці;
- середньокалорійні з теплотою згоряння 10000... 23030 КДж/м³, до яких відносять коксовий, світильний та інші газу;
- низькокалорійні, з теплотою згоряння до 10000 КДж/м³, до яких

відносять доменний, генераторний та інші гази.

Горючі гази можуть бути поділені на дві групи:

- гази з низькою критичною температурою, які не переходять в рідкий стан при нормальній температурі під дією високого тиску;
- гази з відносно високою критичною температурою, які не переходять в рідкий стан навіть під дією високого тиску.

В ДВЗ використовують стиснений, зріджений і генераторні гази. В сільськогосподарському виробництві для технологічних і побутових цілей найбільш широко використовують природний газ.

1.5.2 Характеристика і асортимент газоподібного палива.

З усіх видів газоподібного палива найпоширеніші природні гази, які поділяють на дві групи: гази газових родовищ і супутні, які добуваються разом з нафтою.

Природні гази чисто газових середовищ за складом і тепловою цінністю відрізняються між собою незначно (табл. 1.21). Головною їх складовою є метан – CH_4 .

Таблиця 1.21. Склад природних газів газових родовищ, % за об'ємом.

Родовищ е	Компоненти, % за об'ємом							$Q_{\text{н}}$
	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	C_5H_{12}	CO_2	H_2O	МДж/кг
Урицьке	91,2	2,8	0,9	0,6	0,7	0,5	3,3	37,1
Елшанське	93,4	2,1	0,8	0,4	0,3	0,3	2,7	36,5
Газлінське	93,0	3,1	0,7	0,6	-	0,1	2,5	36,8
Щебелинське	93,3	4,0	0,6	0,4	0,3	0,1	1,3	37,8
Ставропольське	98,7	0,3	0,1	0,1	Сліди	0,1	0,7	35,8
Дашавське	98,3	0,3	0,1	0,2	-	0,1	1,0	35,8
Березовське	95,1	1,1	0,3	-	-	0,4	3,0	35,3

Для природного газу, який надходить по трубопроводу, нормується тільки вміст шкідливих домішок: сірководню, аміаку, смол, пилу, вологи тощо. За сортами і марками їх не поділяють. Природний газ має низьку критичну температуру (-161°C при атмосферному тиску і -82°C при тиску 4,6 МПа). Тому навіть при високому тиску він знаходиться в газоподібному стані і його

називають стиснутим. До таких газів відносять і деякі штучні. Характеристика стиснутих газів, що поставляються споживачам, наведена в таблиці 1.22.

Таблиця 1.22. Характеристика стиснутих газів

Показник	Тип газу		
	Природний	Коксовий металізований	Коксовий збагачений
Теплота згоряння, КДж/м ³ , не менше	29000	27000	22000
Вміст компонентів, %: метану водню	80...97 -	Більше 65 -	50 Менше 12
Вміст домішок, г/м ³ , не більше: сірководню смоли і пилу	0,02 0,001	0,02 0,001	0,02 0,001
Пари води в газі, що знаходиться в балоні: влітку взимку	 7,0 0,5	 7,0 0,5	 7,0 0,5

Супутній нафтопромисловий газ, крім метану містить більш важкі газоподібні вуглеводні, кількість яких залежить від складу нафти того чи іншого родовища. В багатьох випадках газовий фактор (кількість газу м³ на одну тону нафти) дуже високий (50...100 м³). Вуглеводні з числом атомів вуглецю 1...4, що входять у склад нафти, при нормальних умовах, перебувають у газоподібному стані, їх уловлюють при добуванні нафти. Теплота згоряння супутнього нафтопромислового газу вище, ніж газів газових родовищ, але його використовують головним чином як сировину для хімічної і нафтохімічної промисловості.

Зріджений газ широко використовують для газозабезпечення сільської місцевості і районів, що не підключені до газової мережі, а також як паливо в котельно-побутових і невеликих теплоустановках (у теплих, на тваринницьких комплексах тощо). Зріджений газ – це газоподібні вуглеводні які легко конденсуються при стисканні.

Основним компонентом зрідженого газу є *пропан* – важкий газ (густина по відношенню до повітря 1,52). Він створює оптимальну величину тиску насиченої пари, що особливо важливо для зниження маси газових балонів транспортних установок.

Етан – газ, що за густиною близький до повітря. Одержують його з супутніх нафтових газів, входить до складу зріджених газів у незначній кількості, але підвищує загальний тиск насиченої пари і тим самим забезпечує в зимовий період надлишковий тиск, який необхідний для нормальної роботи газобалонних установок.

Бутан має два ізомери (густина за повітрям в межах 2,06...2,09). Його одержують з тих же нафтопромислових газів, що і пропан. Він являється найбільш висококалорійним компонентом зріджених газів. При температурі – 0,5 °С і нормальному атмосферному тиску бутан переходить у рідкий стан, що не дозволяє його використовувати в зимовий період для комунально-побутових потреб.

Пентан – важкий газ (густина за повітрям 2,67). У більшості випадків знаходиться в рідкому залишку і при $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ не повинен перевищувати 1,0...2,0% об'єму зрідженого газу, тому, що він різко знижує пружність парів і підвищує точку роси. Зрідженні гази відповідно до ГОСТ 20448-80 (табл. 1.23) випускає промисловість таких марок СПБТЗ – суміш пропану і бутану технічна зимова; СПБТЛ – суміш пропану і бутану технічна літня; БТ – бутан технічний.

Таблиця 1.23. Характеристика зріджених газів

Показник	Марка газу		
	СПБТЗ	СПБТЛ	БТ
Масова частка компонентів, % сума:			
а) метану, етану, етилену, не більше	4	6	6
б) пропану, пропилену, не менше	75	не нормується	не нормується
в) бутану і бутиленів:			
не менше	не	-	60
не більше	нормується	60	-
Рідкий залишок (у тому числі вуглеводні C_5 і вище) при 20 °С, % за об'ємом, не більше	1	2	2
Надлишковий тиск насиченої пари, МПа:			
при 45 °С, не більше	1,6	1,6	1,6
при 20 °С, не менше	0,16	-	-
Масова частка сірководню і меркаптанової сірки, %, не більше:	0,015	0,015	0,015
у тому числі сірководню	0,003	0,003	0,003
Вміст вільної води і лугів	Відсутність		

Поділ зріджених газів на зимові і літні прийнято у зв'язку із зменшенням їх пружності пари при низьких температурах. Тому для підтримки необхідного тиску в системах газозабезпечення в складі зимової газової суміші повинно бути більше пропану. Зріджений газ надходить до споживачів у цистернах або тонкостінних балонах під тиском 1,6 МПа.

Штучне газоподібне паливо можна одержати шляхом газифікації твердого палива або його сухою перегонкою. За допомогою газифікації і сухої перегонки твердих палив одержують: генераторний газ, змішаний, водяний, напівкоксний, коксовий, світильний та інші гази.

1.5.3 Застосування газоподібного палива у ДВЗ

Газ у вигляді палива використовують головним чином для автомобільних двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) у стиснутому або зрідженому виді. Для газобалонних автомобілів використовують тільки високо – і середньо калорійні гази в стиснутому або рідкому стані, оскільки тільки вони забезпечують досягнення необхідних техніко-економічних показників автомобіля.

Використання газоподібного палива для ДВЗ має переваги в порівнянні з рідкими паливами:

- зменшується токсичність відпрацьованих газів, що при сучасній концентрації автомобілів суттєво оздоровлює навколишнє середовище;
- збільшується в середньому на 35...45% моторесурс двигуна і в 2...3 рази строк роботи моторного масла, оскільки газоповітряна суміш не змиває масляної плівки із дзеркал циліндрів;
- висока детонаційна стійкість газоподібного палива дозволяє підвищити ступінь стиску двигуна та відповідно його потужність до 15% і паливну економічність до 12%;
- поліпшуються розподіл паливної суміші між циліндрами двигуна і сумішоутворення, що також впливає на підвищення потужності двигуна.

Зауважимо, що також є легкість перебудови карбюраторного двигуна для роботи на газі.

Проте ці переваги не завжди повністю реалізуються внаслідок зменшення наповнення циліндрів, оскільки для роботи на газ переводять карбюраторні двигуни, рідше дизелі, а не використовують спеціальні газові двигуни. Крім того переведення двигунів для роботи на газоподібному паливі пов'язано з рядом факторів:

- ціна автомобіля зростає із-за наявності додаткової газової апаратури;
- металостійкість газобалонних автомобілів збільшується на 65...160 кг, а при використанні стиснутого газу – на 400...950 кг, залежно від кількості і маси балонів високого тиску, що призводить до зниження вантажопід'ємності на 14...18%;
- трудомісткість технічного обслуговування і ремонту газобалонних автомобілів при використанні зрідженого газу збільшується на 3...5%, а при використанні стиснутого – на 12...15%;
- при використанні стиснутого газу пробіг автомобіля на одній заправці скорочується на 40...45%.

Стиснуті гази для газобалонних автомобілів стандартизовані за наступними видами: природний, коксовий, збагачений. В таблиці 1.22 наведені основні показники цих газів.

Головним паливим компонентом газів є метан CH_4 . У природному газі вміст метану складає 90...98%, у коксовому металізованому – не менше 65%, у коксовому збагаченому – не менше 50%.

У газоподібному паливі, як і у рідкому, небажано присутності сірководню H_2S , який викликає корозійний знос газової апаратури та деталей двигуна. Дуже негативно впливає присутність в газі сполучення CN , яке у зв'язанні з водою утворює синильну кислоту, у результаті чого на стінках балонів виникають малі міжкристалічні щілини, які приводять до їх руйнування. Як і для рідкого палива, небажано присутності у газі смолистих сполук, механічних домішок, вологи. В загальні на автомобілі ставлять циліндричні балони, розраховані на робочий тиск 20 МПа. У одному такому балоні об'ємом 50л (по воді) утримується 10 м^3 газу при нормальних умовах.

Переведення стандартних карбюраторних двигунів на газоподібне паливо супроводжується деяким зниженням їх потужності. Це відображають швидкісні характеристики двигунів автомобілів ГАЗ – 53А та ЗІЛ – 130, показані на рисунку 1.32.

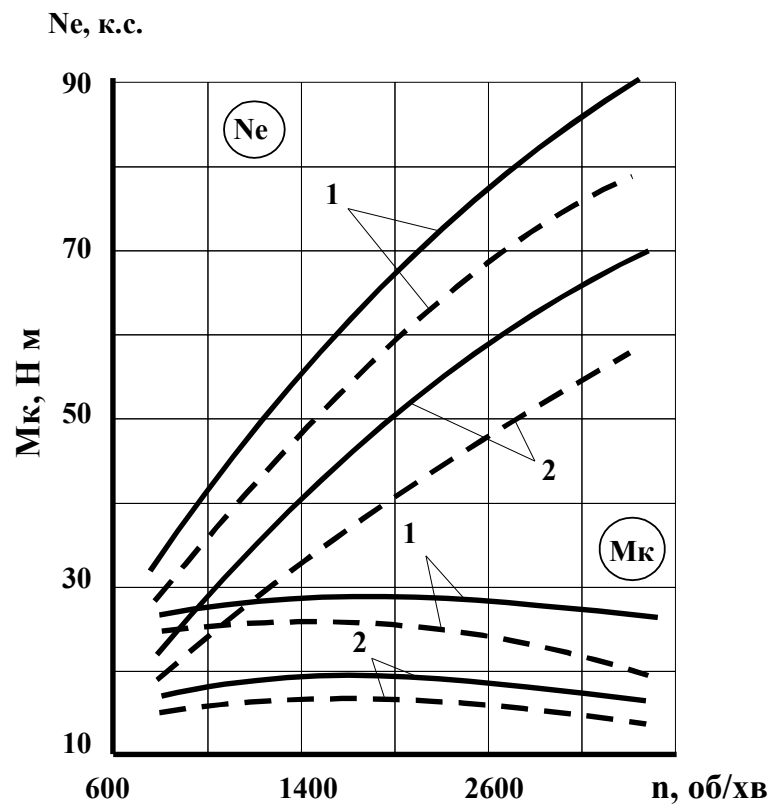


Рис. 1.32. Зміна потужності N_e та обертового моменту M_k двигунів автомобілів ЗІЛ-130 (криві 1) та ГАЗ-53А (криві 2) в залежності від числа обертів колінчастого валу двигуна при роботі на бензині (суцільні лінії) та на стиснутому газі (штрихові лінії).

Зменшення потужності пов'язано зі зменшенням температури згорання газоповітряної системи у порівнянні з бензиною, а також із зниженням коефіцієнту наповнення горючою сумішшю циліндрів двигуна. Однак збільшення ступеня стиску газових двигунів практично вирівнює експлуатаційні властивості автомобілів, працюючих на бензині та газі.

Зріджений природний газ. Основними компонентами цього виду палива є метан (90...97%) і азот (3...4%). Його застосування, як моторного палива, дає можливість використати великий енергетичний потенціал газових родовищ. Разом з тим зрідження метану, який має температуру кипіння нижче – 160°C , пов'язане з відповідними труднощами. Крім того для його зберігання і

транспортування необхідна спеціальна термостатична тара з вакуумом або іншою надійною термоізоляцією. При заправці рідким метаном може виникнути забруднення навколишнього середовища: при зрідженні різко збільшується його вартість; втрати метану від випаровування, навіть в умовах вакуумної ізоляції складають 7,0...8,0% на добу, причому це не тільки втрати палива, але і різке збільшення ризику пожежі і вибуху. В той же час об'єм рідкого метану в 3 рази менший, ніж об'єм стиснутого при 20 МПа газу, а маса термостатичних балонів у 8 разів менша маси балонів стиснутого газу. Номінальний тиск в кріогенному балоні, залежно від конструкції, становить 0,07...0,7 МПа.

Фізико-хімічні властивості зрідженого природного газу приведена в таблиці 1.24.

Таблиця 1.24. Фізико-хімічні властивості зрідженого природного газу.

Показники	Значення показників
Густина при температурі 0 °С, і тиску 0,1013МПа, кг/м ³	0,700
Температура, °С кипіння затвердівання	- 161,74 - 182,5
Критичний тиск, МПа	4,73
Критична температура, °С	- 82,61
Відносна густина за повітрям	0,554
Молярна маса, кг/моль	16,043

Зріджене газоподібне паливо – це пропан-бутанові суміші газів, які мають теплоту згоряння біля 46,0 МДж/м³. Зріджені газу можна транспортувати в звичайних і автомобільних цистернах. Для заправки ними автомобілів використовують прості і дешеві газонаповнювальні і пересувні установки.

Зріджений пропан-бутановий газ має максимальний тиск 1,6 МПа, для його зберігання і транспортування на борту автомобіля використовують балони місткістю до 250 дм³. Балони заповнюють зрідженим газом не більше 90% об'єму (враховується можливе теплове розширення газу). Решту (10%) займає газоподібна фаза, яка використовується для пуску холодного двигуна.

Відповідно до ГОСТ 27578-87 “Гази вуглеводні зріджені для автомобільного транспорту” зріджені газу випускають двох марок: ПА – пропан автомобільний, рекомендується використовувати при температурі до

мінус 20...35 °С; ПБА – пропан-бутан автомобільний, рекомендується використовувати при температурі до мінус 20 °С. Фізико-хімічні показники цих газів приведені в таблиці 1.25.

Таблиця 1.25. Фізико-хімічні показники зріджених газів

Показники	Марка	ПА	ПБА
Масова частка компонентів, %:			
метан і етан		Не нормуються	
пропан		90±10	50±10
вуглеводні C ₅ (і вище)		Не нормується	
ненасичені вуглеводні, не більше		6	
Об'ємна частка рідкого залишку при 40 °С		Відсутність	
Надлишковий тиск насиченої пари, МПа:			
при 45 °С, не більше		1,6	
при мінус 35 °С, не менше			
при мінус 20 °С, не менше		0,07	-
Масова частка сірки і сірчистих сполук, %		-	0,07
не більше			
у тому числі сірководню, не більше		0,01	
Вміст вільної води і лугів		0,003	
		Відсутність	

1.5.4 Суть процесу газифікації. Використання генераторного газу.

Газифікація – високотемпературний процес взаємодії вуглецю палива з окислювачами, який проводиться з метою одержання горючих газів H_2 , CO , CH_4 . Окислювачами, які іноді називають газифікуючими агентами, можуть бути кисень (або збагачене ним повітря), водяні пари, діоксид вуглецю або суміш указаних речовин. Залежно від співвідношення вихідних реагентів, температури, тривалості реакцій та інших факторів можна одержати газові суміші самого різного складу.

Газифікація відбувається в газогенераторах, шляхом пропускання повітря через розжарений шар твердого палива, яке знаходиться в газогенераторі. Розрізняють три процеси газифікації: прямий, обернений і

горизонтальний. Схематично весь шар палива в газогенераторах може бути розділений на чотири зони: горіння, відновлення, сухої перегонки та підсушку (рис. 1.33).

У зоні горіння кисень повітря вступає в реакцію з вуглецем та воднем палива, в наслідок їх окислення утворюються CO_2 та H_2O , а часто і CO . Температура в зоні горіння підвищується при цьому до $1200...1500^{\circ}C$. Продукти горіння, піднімаючись через зону відновлення (газифікації) і стискаючись з розжареним вуглецем, відновлюються до оксиду вуглецю та водню, при цьому температура знижується до $900...1100^{\circ}C$. Якщо температура знизиться нижче $900^{\circ}C$, процес газифікації палива припиниться. В зоні відновлення відбувається також розкладання водяної пари, що міститься у паливі.

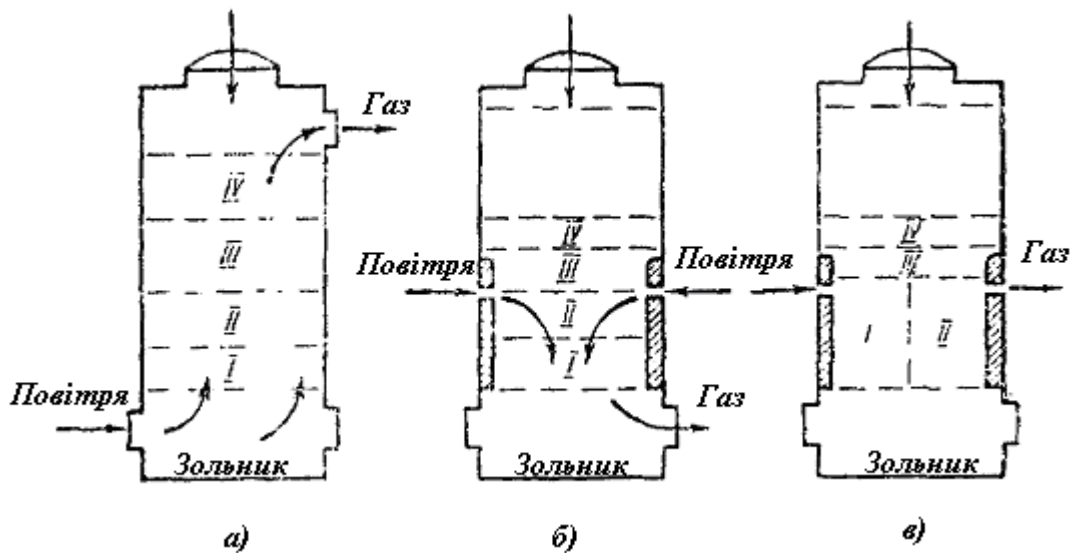


Рис. 1.33. Газогенератори з різними процесами газифікації палива:

а – з прямим; б – з оберненим; в – з горизонтальним;
 I – зона горіння; II – зона відновлення; III – зона сухої перегонки;
 IV – зона підсушки.

У зоні сухої перегонки гарячі газоподібні компоненти діють на тверде паливо. Оскільки кисню в зоні горіння не має, відбувається процес сухої перегонки з виділенням газо- і пароподібних продуктів, смолистих речовин. Паливо перетворюється спочатку у напівкокс, потім у кокс. Генераторний газ, який утворюється в другій зоні, піднімається до гори, змішується з продуктами сухої перегонки і ця суміш, прямуючи до вихідного отвору, нагріває вищі шари палива до $150...200^{\circ}C$.

Недоліком прямого процесу газифікації є те, що генераторний газ значно забруднюється продуктами сухої перегонки (смолистими речовинами, органічними сполуками), вугільним пилом тощо. Перед використанням такого газу в ДВЗ, його попередньо обов'язково очищують.

Ці недоліки усунуто в газогенераторах з оберненим і горизонтальним процесами. В них генераторний газ відводиться з низу газогенератора зразу ж після зони газифікації, а продукти зони сухої перегонки і підсушки, проходячи через зону горіння згорають і не засмічують газ. Це дозволяє значно спростити установку очищення газу, що має велике значення для транспортних машин.

Склад генераторного газу залежить від палива, яке газифікується за умов в яких проходить процес (табл. 1.26).

Генераторний газ, одержаний із різних видів твердого палива, може бути використаний для роботи ДВЗ. Для роботи газогенераторів з метою одержання генераторного газу можна використовувати дрова, торф, деревне, буре та кам'яне вугілля, кокс і напівкокс, брикети з різних сільськогосподарських відходів (тирса, лузга тощо).

Таблиця. 1.26. Склад генераторного газу, % за об'єктом

Паливо	Склад генераторного газу, % за об'єктом						Теплота згоряння Q_H , КДж/м ³
	CO	H ₂	CH ₄	CO ₂	O ₂	N ₂	
Дрова	28,5	14,0	3,5	8,0	0,5	45,5	5861
Деревне вугілля	30,5	12,0	2,3	5,0	0,2	50,5	5778
Формований торф	28,0	15,0	3,0	8,0	0,4	45,6	6280
Донецький антрацит	27,5	13,5	0,5	5,5	0,2	52,8	5024

1.5.5 Особливості одержання і використання біогазу.

Біомасою називають все те, з чого складаються рослини та тварини, а також відходи їх життєдіяльності. Біомаса рослин на суші нашої планети становить $2,4 \cdot 10^{12}$ т. В океані щорічно утворюються $0,6 \cdot 10^{10}$ т рослинної маси. Шляхом фотосинтезу виробляється 173 млрд т речовин (на суху масу), що приблизно у 20 разів перевищує енергію корисних копалин, що видобуваються у світі.

За даними ООН, від різних злакових рослин, вирощуваних на планеті, щорічно утворюється 1700 млн т соломи, велика частина якої не використовується. Не використовується, як правило, 120 млн т відходів після обробки цукрової тростини. Аналогічна картина із стеблиною бавовнику. Великі відходи тваринництва та птахівництва.

Із загальної кількості біомаси тільки 0,5% використовується людиною для їжі. Біомаса як акумулятор значної енергії може її віддавати при використанні відповідних біохімічних процесів.

За типом енергетичних процесів, пов'язаних із переробкою біомаси, розрізняють такі способи:

- *пряме спалювання для безпосереднього одержання тепла.* Основні вимоги до біопалива: висока теплотворна здатність, низька вологість та зольність;

- *піроліз.* Відбувається нагрівання до значних температур біомаси при повній або частковій відсутності кисню. Якщо піроліз провадиться з єдиною метою – отримати горючий газ, то процес ще називають газифікацією біомаси. Горючий газ (в основному H_2 і CO із малими домішками CH_4), одержуваний при цьому, має теплоту згоряння $4...8$ МДж/м³;

- *спиртова ферменція.* Етиловий спирт або етанол – летке, рідке паливо, яке можна використати замість бензину. Його можна одержати як за допомогою хімічного синтезу, так і при спиртовому бродінні;

- *анаеробна переробка.* Біомаса під впливом певних груп мікроорганізмів при відсутності кисню може розкладатися на метан (CH_4), вуглекислий газ (CO_2) та попутні гази. Ця суміш одержала назву біогаз, який має високу теплотворну здатність. При виробництві біогазу, крім біомаси рослинного походження, широко застосовують відходи тваринництва, фізіологічні відходи людини, промислові та міські відходи органічного походження.

У природних умовах розкладання біомаси відбувається під дією багатьох бактерій, що називають аеробними. При цьому мають бути наявні волога і теплота та відсутнє світло. У присутності атмосферного кисню вуглець

біомаси розкладається (згоряє) до вуглекислого газу. Якщо біомаса перебуває в обмеженому об'ємі із недостатнім надходженням кисню із зовнішнього середовища, то за певних умов розвиваються анаеробні бактерії. Під впливом цих бактерій вуглець біомаси розподіляється між повністю відновленим – CH_4 і повністю окисленим – CO_2 .

Існує ряд умов, що забезпечують ефективність дії анаеробних бактерій. До найбільш значних відносяться підтримання постійної температури. Як правило, виділяють три характерні рівні температур, що відповідають певному виду анаеробних бактерій.

Нижчий рівень температур, за якого відбувається психрофілічне бродіння, становить до $20^{\circ}C$. Ця група бактерій діє при температурі навколишнього середовища у теплий період року. За рахунок бродіння відбувається розкладання біомаси у трясовині боліт і утворення “болотного” газу, який є біогазом.

При середньому рівні температур, що становить $30...40^{\circ}C$ (оцінка значення температур наводиться приблизно), розвивається зоофільна група бактерій. При цьому оптимальним вважається значення температури $32...34^{\circ}C$. Вищий рівень визначається значенням температур $45...85^{\circ}C$. При цьому відбувається термофільне бродіння. Оптимальним вважають значення температури у межах $52...55^{\circ}C$.

Термофільне та мезофільне бродіння не може відбуватися без додаткових затрат енергії на підтримання заданої температури процесу. Причому анаеробні бактерії дуже хворобливо реагують не тільки на величину, а й на різні зміни температури. Збільшення температури процесу призводить до збільшення виходу біогазу, а отже, і до зменшення повного часу розкладання біомаси. Вважається, що збільшення температури процесу на $5^{\circ}C$ веде до подвоєння виходу біогазу.

Більшість метаноутворюючих бактерій добре розвивається у нейтральному середовищі із $pH=6,5...7,5$. Потрібний певний вміст азоту і фосфору: близько 10 % та 2 % маси сухого зброджувального матеріалу відповідно. При повному зброджуванні біомаси утворюється $50...75\%$ CH_4 ,

45...20% CO_2 , 1% H_2S і незначні кількості азоту, кисню, водню та закису вуглецю. У середньому вважають, що 1 м³ біогазу при згорянні може дати 20...25 МДж енергії, або енергія, що міститься у 1 м³ біогазу, еквівалентна енергії 0,6 м³ природного газу, 0,74 л нафти або 0,66 л дизельного палива.

Тривалість зброджування гною залежить від виду біомаси і температури зброджування. Для гною великої рогатої худоби та курячого посліду тривалість становить приблизно 20 діб, для свинячого гною — 10 діб. Активність мікробної реакції значною мірою визначається співвідношенням вуглецю та азоту. Найбільш сприятливі умови створюються при співвідношенні $C/N = 10...16$.

За добу від однієї тварини можна одержати таку кількість біогазу: велика рогата худоба (масою 500...600 кг) — 1,5 м³; свиня (масою 80...100 кг) — 0,2 м³, курка, кріль — 0,015 м³.

Для одержання біогазу можуть бути використані силос, солома, харчові відходи та ін.

У середньому 1 м³ біогазу може дати 21...29 МДж енергії, яку можна використовувати для різних потреб сільського господарства. Від 1 м³ біогазу за допомогою електричного генератора, що приводиться у дію газовим двигуном, можна отримати 1,6 кВт-год електроенергії.

Біогаз можна спалювати як паливо у пальниках опалювальних установок, водогрійних котлів, газових плит, в автотракторних двигунах, агрегатах інфрачервоного випромінювання.

У тваринництві для підігріву води потреба у біогазі на одну тварину становить: дійної корови — 21...30 м³, свині — 1,4...5 м³. Великі значення цифр відносяться до малих ферм, менші — до середніх. Потреба у біогазі для опалення доїльних приміщень дорівнює: при кількості корів 40 - 160/330 м³/рік, при кількості корів 60 - 120/140 м³/рік; при кількості корів 80 - 260/530 м³/рік (у чисельнику вказані дані при температурі зовнішнього повітря до —10 °С, у знаменнику — при температурі нижче —10 °С).

Для опалення пташників при зовнішній температурі -10 °С і внутрішній 18 °С потрібно приблизно 1,2 м³/год біогазу на 1000 голів.

Залишок (метанову бражку) можна використовувати як добриво.

Залежно від особливостей технологічної схеми розрізняють три типи біогазових установок (БГУ): безперервні, періодичні та акумулятивні

При безперервній (протоковій) схемі (рис. 1.34) свіжий субстрат завантажують у камеру зброджування безперервно або через певні проміжки часу (від 2 до 10 разів за добу), видаляючи при цьому заброджену масу. Ця система дає можливість одержати максимальну кількість біогазу, але вимагає більших матеріальних витрат.

При періодичній (циклічній) схемі (рис. 1.35) наявні дві камери зброджування, які завантажують по черзі.

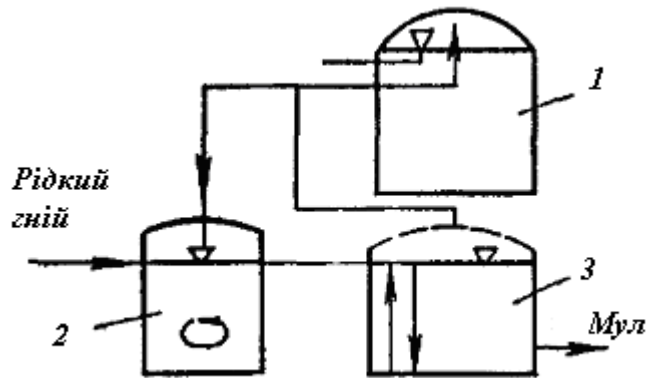


Рис. 1.34. Схема біогазової установки безперервного зброджування:

1 – газгольдер; 2 – реактор; 3 – сховища.

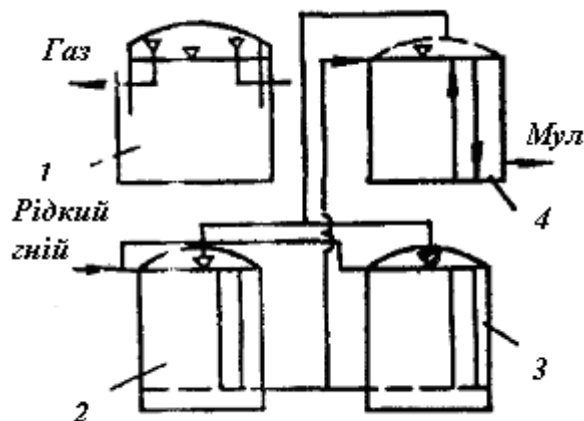


Рис. 1.35. Схема періодичного зброджування:

1 – газгольдер; 2 – перший реактор; 3 – другий реактор; 4 - сховище

У даному випадку корисний об'єм використовується менш ефективно, ніж при безперервній. При акумулятивній схемі сховище для гною служить одночасно камерою зброджування і зберігання перебродженого гною до його вивантаження (рис. 1.36).

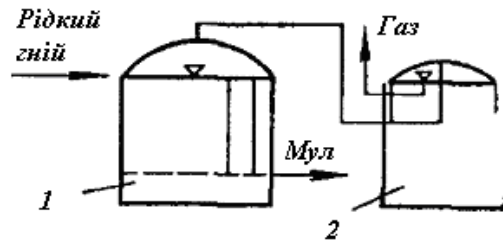


Рис. 1.35. Схема акумулятивного зброджування:

1 – реактор і сховище; 2 – газогальдер.

Біогазові установки складаються із таких елементів: камери зброджування (прийняті також назви – реактор, ферментатор, метантенк), нагрівального пристрою (теплообмінника), пристрою для перемішування і газгольдера.

Метантенки виконують надземними, напівзаглибленими і заглибленими в ґрунт.

Камери зброджування виготовляють різної форми: циліндричні, кубічні, у вигляді паралелепіпеда і більш складної конструкції. Вони бувають одно- і двосекційними, встановлюють вертикально, горизонтально-похило. Метантенки виготовляють з металу, пластмаси, залізобетону. Схема заглибленого одnoseкційного метантенка наведена на рис. 1.37.

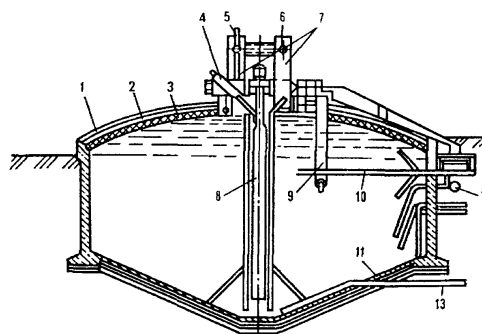


Рис. 1.37. Схема заглибленого метантенка:

1 — м'який дах; 2 — цегла; 3 — теплоізоляція; 4 — люк; 5, 9 — труби відповідно для випуску газу в атмосферу і переливання; 6 — газопровід для газового ковпака; 7 — газові ковпаки; 8 — пропелерний перемішувач; 10, 13 — трубопровід відповідно для завантаження сирого осаду і для випорожнення метантенка; 11 — днище метантенка; 12 — паровий інжектор для підігріву метантенків

Нагрівальні прилади застосовують для підтримання необхідної для зброджування температури. Підігрів рідкого субстрату здійснюють перед завантаженням або у камері зброджування. Залежно від ступеня ізоляції камер і трубопроводів потреба у теплі може досягти 30% енергії, що виділяється біогозом. Нагрівальні прилади, як правило, поєднують із перемішувальними (рис. 1.38). Теплообмінники розміщують різними способами: у стіні камери (рис. 1.38 а), а у нижній частині реактора (рис. 1.38 б), у циліндричній сорочці шнека змішувача (рис. 1.38 в), по периметру камери у вигляді змійовика (рис. 1.38 д). Використовується також метод підігріву субстрату за допомогою пари (рис. 1.38 е).

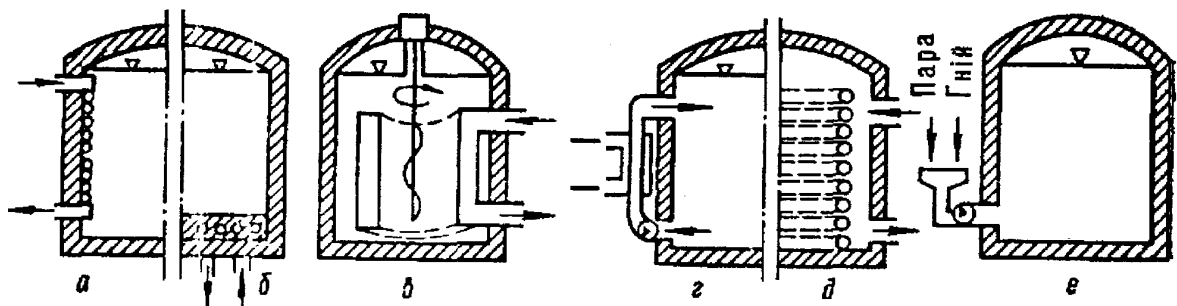


Рис. 1.38. Схема нагрівальних приладів:

- а — настиного; б — донного; в — розміщеного в опалювальному циліндрі;
- г — розміщеного за мешами реактора; д — у вигляді змійовика;
- е — з використанням пари

Для перемішування субстрату застосовують механічні, гідравлічні і газові прилади.

Газгольдини призначені для збирання і зберігання біогазу. Найпростіші газгольдини поєднують із метантенком (рис. 1.39 а). Зручний в експлуатації і тому перспективний у сільському господарстві “мокрый” газгольдин низького тиску (рис. 1.39 д).

Газгольдини високого тиску (0,8...1 МПа) мають сферичну форму (рис. 1.39 в). У “мокрых” газгольдинах дзвінкого типу тиск газу не високий (менше 5 кПа).

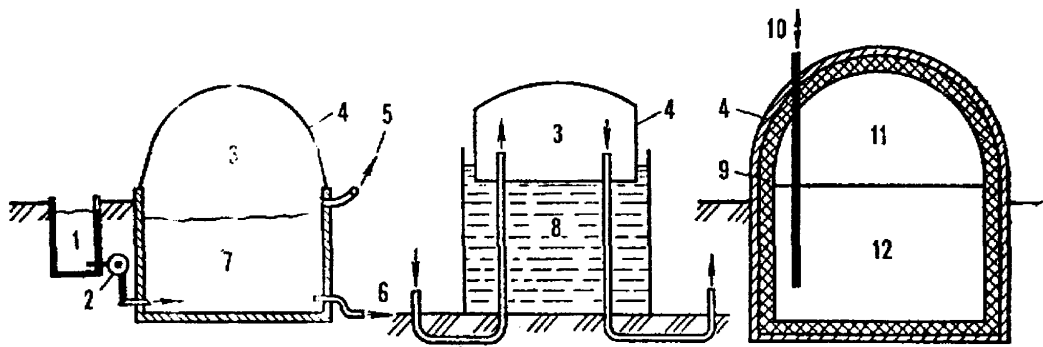


Рис. 1.39. Схеми газгольдерів:

а — суміщений з метантенком; б — «мокрый» однопідйомний;

в — заглиблений для зрідженого газу;

1 — гноєнагромаджувач; 2 — насос; 3 — біогаз; 4 — ковпак; 5, 6 — випуск газу і шлаку; 7 — зброджений субстрат; 8 — вода; 9 — шар ізоляції; 10 — труби для наповнення і випорожнення газгольдера; 11 — повітря; 12 — зріджений біогаз

Розрізняють чотири види біогазової установки: найпростіші, без підведення теплоти і перемішування зброджувального субстрату; без підведення теплоти але із перемішуванням субстрату; із попередньою підготовкою субстрату для зброджування, підведенням теплоти, перемішуванням; контролем і керуванням анаеробним процесом.

У простих, найчастіше невеликих установках, котрі споруджують власними силами, ємкість для газу розміщують над бродильною камерою (рис. 1.40). У країнах східної Азії поширені еластичні реактори, що мають форму пузиря. Їх виготовляють із цупкої прогумованої або пластмасової оболонки, посиленої прошарками із тканини. Оболонка заглиблена у пів сферичну виїмку у ґрунті (рис. 1.41).

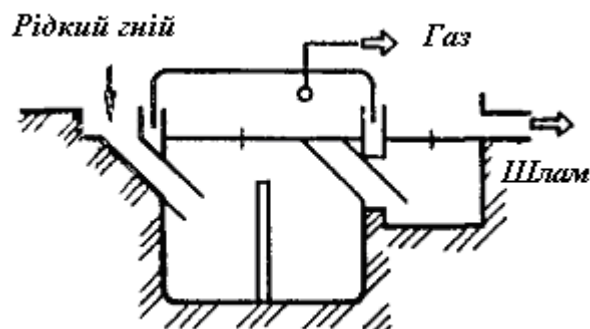


Рис. 1.40. Найпростіша двокамерна біогазова установка

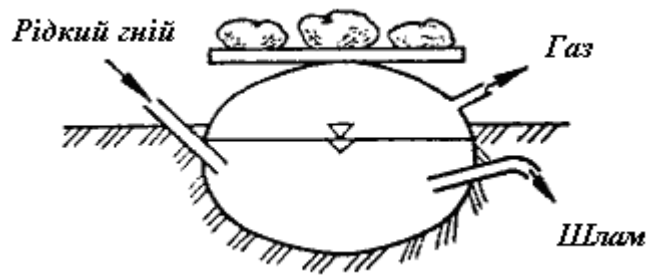


Рис. 1.41. Реактор з еластичною оболонкою

1.5.6 Особливості застосування газоподібного палива в сільському господарстві.

Всі вуглеводневі гази, маючи високу теплоту і температуру згоряння і достатньо низьку займання, надзвичайно пожежно небезпечні при розгерметизації, трубопроводів і ємностей, в яких вони транспортуються і зберігаються. У повітрі погано вентильованих приміщень, навіть при незначних витіканнях газу, можуть утворюватися вибухонебезпечні газоподібні суміші. Одним із засобів зниження вибухонебезпечності є змішування природних газів з деякими штучними (крекінговим, світільним), у яких менші межі вибуховості, тому часто до споживачів надходить змішаний подвійний або потрійний газ. Відсутність запаху у більшості з газів і кольору у всіх вуглеводнів створює труднощі для виявлення газу при витіканні. Для своєчасного виявлення витікання газу йому надають специфічний запах, додаючи гостропахнучі речовини, які називають одорантами. Як одоранти використовують меркатан і його сполуки, найчастіше метил і стилмеркатан. У невеликих концентраціях меркатани не шкідливі для організму людини і не руйнують матеріали деталей, що застосовують в системах живлення в технологічних процесах і побутовій техніці. Запах адоранта, наприклад, стилмеркатану відчувається навіть при концентраціях 0,19 г в 1000 м³ повітря. Одоризацію природних газів здійснюють на газорозподільних станціях, а зрідження – на газонафто переробних заводах. Наприклад, на 100л зрідженого газу додають 2,5г етилмеркатану і при такій концентрації можна визначити

витікання 0,4...0,5% газу в повітрі. Так концентрація газу в повітрі вибухобезпечна, оскільки складає всього 20% нижньої межі займання. Разом з тим меркаптан має особливості збиратися у невеликій кількості в моторному маслі, системах живлення і пуску.

Природні гази легші ніж повітря і тому збираються у верхній частині приміщення, а пари зріджених газів за густиною перевищують повітря і збираються в низьких місцях, які, як правило, погано провітрюються. При атмосферному тиску вуглеводневі гази не токсичні, але їх присутність у приміщенні знижує в ньому вміст кисню. Потрапивши на шкіру людини рідка фаза пропан-бутанової суміші спричиняє обмороження, що нагадує опік. Санітарними нормами передбачається максимально допустима концентрація в повітрі приміщення насичених вуглеводнів 300 мг/м^3 , а не насичених – 100 мг/м^3 .

1.5.7 Закордонні класифікації газоподібних палив.

Масштаби використання газоподібного палива, як палива ДВЗ, у закордонних країнах залежить від співвідношення цін на рідке і газоподібне паливо, а також від вимог максимального використання власних ресурсів і зведення до мінімуму залежності від кон'юнктури ринку на нафтопродукти.

Найбільшого поширення стиснутий і розріджені гази, як паливо для ДВЗ, одержали в Японії, США, Новій Зеландії і Канаді, а в європейських країнах – в Італії, Німеччині, Франції, Бельгії та Англії.

У США в 1990 р. використання зрідженого газу, як палива для ДВЗ, досягло більше 4 млн. т, на ньому працює приблизно 500 тис. автомобілів. Прийнята програма переобладнання автомобілів на стиснутий природний газ. На газ переведені в основному автомобілі сфери обслуговування, в тому числі вантажні і легкові автомобілі, таксі. Всі автомобілі виготовлено за універсальною схемою живлення. При використанні стиснутого газу вартість експлуатації зменшується в 1,6 рази у порівнянні з використанням рідкого палива, збільшується строк служби двигуна до капітального ремонту (з 95 до

130 тис. км), вартість установки обладнання окупається за 2...5 років. Ціна 1 м³ стиснутого газу в 2,8 рази менше ціни 1 л бензину. Для інших країн різниця в цінах на бензин і газоподібне паливо складає: в Німеччині 25%, в Австралії – 34%, в Італії – 38% і в Нідерландах – 56%.

Провідне місце в області застосування газоподібного палива займає Італія. В цій країні переведення автомобілів на газоподібне паливо почалось ще в 30-ті роки. В даний час в Італії на газобалонні автомобілі в структурі парку припадає 4,6%, у тому числі 1,6% на автомобілі, що працюють на стиснутому природному газі. Загальне споживання газоподібного палива на автомобільному транспорті Італії складає 3% (у тому числі 1,2% стиснутого) від загальної кількості газу, що витрачається галузями національної економіки.

У Канаді 1 м³ стиснутого природного газу нижче вартості 1 л бензину в 2 рази. В цій країні існують і інші стимули (податкові пільги, державна дотація в розмірі 400 доларів на автомобіль при переведенні його на природний газ), що робить економічно вигідним використання газоподібного палива. В результаті цього строк окупності газобалонного обладнання становить біля 1 року.

У Німеччині значне поширення газоподібне паливо одержало у 80-ті роки. Перевагу в цій країні надають зрідженому газу. Автомобільний транспорт у 1990 р. витратив біля 50 млн. т зрідженого газу і споживання його зростає.

Інтерес становить досвід експлуатації газобалонних автомобілів Японії, яка не має власних сировинних ресурсів для виробництва зрідженого газу, але досягла помітних успіхів в області ефективного його використання. В Японії таксомоторний парк (більше 300 тис. автомобілів) працює на зрідженому газі. Діє державний стандарт, який регламентує склад та інші параметри газу при його використанні в літній і зимовий періоди:

Густина в рідкій фазі при 15 °С, кг/л	0,55...0,56
Температура пароутворення, °С, не більше	
при 95%	0
при 100%	+2
Тиск пари при 37,8 °С, МПа	0,5...0,85/0,3...0,55

Вміст сірки (за масою), % не більше	0,01
Склад газу (за масою), %:	
пропан	20...40/0...20
бутан та ізобутан	80...40/100...80
бутилен та ін., не більше	5,0
залишок, % не більше	0,5

Примітка. У чисельнику наведені дані для зимового виду, у знаменнику – для літнього.

В інших країнах використовують зріджений газ різного виду, включаючи чистий пропан (США) і бутан (Швеція). Склад і теплотехнічні властивості, як правило, достатньо жорстко регламентуються. Відхилення від нормального складу обмежується межами А і В, які гарантують зміну теплоти згоряння і випаровування, що забезпечує економічну і надійну роботу двигунів при будь-яких погодних умовах (табл. 1.27).

Таблиця. 1.27. Характеристика зрідженого газу, який застосовується у Франції

Показник	Номінальний склад	Границя	
		А	В
Теплота згоряння, кДЖ/кг	45700	45300	46000
Густина при 15 °С, кг/л	0,573	0,580	0,563
Тиск при, МПа:			
при 0 °С	0,16	0,13	0,21
при 50 °С	0,92	0,81	1,08
Склад рідкої фази, % за об'ємом:			
пропан	29	21	38
бутан	27	16	26
ізобутан	24	31	20
пропен і бутен	19	31	15,4
етан і ізопентан	1	1	0,6

Розділ 2. Використання та експлуатаційні властивості мастильних матеріалів для енергетичних засобів сільськогосподарського виробництва і автотракторних підприємств

2.1. Загальні відомості про мастильні матеріали

2.1.1 Роль мастильних матеріалів у використанні машин.

Процес технічного переозброєння, що відбувається, в усіх галузях народного господарства України енергонасиченою і високопродуктивною технікою нерозривно пов'язаний з розробкою і застосуванням нових сортів мастильних матеріалів, що забезпечують надійну і довговічну її роботу. Одночасне застосування масел нових сортів вимагає пошуку оптимальних режимів їх використання. Ці задачі можна вирішити тільки при оволодінні знаннями з хімії і технології мастильних матеріалів, обліку реальних умов роботи машин і при науково обґрунтованому виборі режимів використання мастильних матеріалів.

Значний внесок у розвиток вітчизняної науки в цій галузі знань внесли праці російських учених Н.И. Черножукова, С.Э. Крейна, К.К. Папок, К.С. Рамайя, Г.В. Виноградова, Б.В. Лосікова, Е.Г. Семенідо і багатьох інших. При їхній участі були створені мастила нових сортів і присадки до них, розроблені нові методи і прилади для оцінки експлуатаційних властивостей масел, вивчений вплив хімічного складу на їх якість, досліджені процеси окислювання і впливу цих продуктів на роботу двигуна.

Розвиток виробництва нових мастил нерозривно пов'язаний з працями з теорії і конструюванню двигунів і машин учених академіків В.Н. Болтонского й Е.А. Чудакова, професорів Д.Н. Вирубова, А.С. Орлина, М.М. Вихерта, И.М. Леніна і др.

У зв'язку з різноманіттям моделей двигунів і різних умов експлуатації питання розробки, підбору і використання мастильних матеріалів для забезпечення високої експлуатаційної надійності і довговічності являються досить важливими й одночасно складними. У зв'язку з цим знання питань закономірностей поведінки моторних мастил у взаємозв'язку з характером

роботи і технічним станом двигунів представляє важливу задачу для створення нових перспективних сортів олій.

Професор К.К. Папок обґрунтував думку і вніс істотний вклад у розвиток нової науки – хімотології, що повинна об'єднати цілий ряд суміжних наук, щоб прискореними темпами вирішувати питання ефективного використання техніки.

2.1.2 Аспекти проблеми поняття про тертя і його види

Як впливає з основних положень хімотології і триботехніки, проблеми зменшення тертя, корозії і загального зносу автомобілів, як і інших машин і механізмів, тісно пов'язані між собою. Якщо під загальним зносом металовиробу розуміти погіршення його функціональних властивостей і відповідне зменшення його первісної вартості, то загальний знос можна представити як сукупність різних видів зносу в тому числі корозії і корозійно-механічних видів зносу.

При роботі різних вузлів і механізмів відбувається взаємне переміщення дотичних поверхонь деталей, при якому виникає тертя. Тертя супроводжується зносом. Оскільки сила тертя спрямована по дотичній до поверхні тертьових деталей і вбік протилежний рухові, то вона є шкідливою. Від величини сили тертя, на подолання якої затрачається енергія, буде залежати коефіцієнт корисної дії механізму, а від характеру тертя – величина зносу поверхонь і термін служби механізму.

В залежності від характеру відносного переміщення деталей розрізняють тертя ковзання, що відноситься до тертя першого роду і тертя кочення, що відноситься до тертя другого роду. Розрізняють також статичне тертя, що перешкоджає початку руху і динамічне тертя – сила, що виникає при русі поверхонь.

Тертя ковзання за наявності і розподілу на тертьових поверхнях мастильного матеріалу може бути:

- сухе: між тертьовими поверхнями відсутнє мастильна речовина;

- рідинне: тертьові поверхні цілком розділені шаром мастильної речовини і тертя відбувається не між тертьовими поверхнями, а між частками самої речовини, що змащує;

- граничне: тертьові поверхні розділені найтоншим молекулярним шаром адсорбованих на них мастильних речовин;

- змішане: яке може бути напівсухим, що є перехідним між сухим і граничним тертям і напіврідинним, що є перехідним між рідинним і сухим або рідинним і граничним тертям.

Сухе тертя є вкрай небажаним, тому що воно приводить до різкого підвищення зносів тертьових поверхонь, зростанню енергії, що витрачається на подолання тертя; а високі температури, що розвиваються при цьому викликають задири поверхонь, виплавку підшипників і т.д.

Сила при сухому терті може бути визначена, виходячи з закону Амонтона-Кулона, за формулою:

$$F = f \cdot P \quad (2.1)$$

де f – коефіцієнт тертя, що залежить від матеріалу і якості обробки поверхонь, рівний 0,1...0,9;

P – навантаження, нормальна до поверхні тертя.

Коефіцієнт тертя — це відношення сили тертя двох тіл до нормальної сили, що притискає ці тіла одне до одного.

Рідинне тертя на відміну від сухого, при роботі вузла забезпечує різке зменшення зносу і нагрівання деталей, скорочення витрат енергії на тертя, а також підвищує надійність і довговічність у роботі. Рідинне тертя обумовлюється насамперед в'язкістю мастильної речовини, що знаходиться в зазорі між тертьовими поверхнями.

Проф. Н.П. Петров встановив, що поведження мастильної речовини в шарі при взаємному переміщенні робочих поверхонь в умовах рідинного тертя діють закони гідродинаміки. Розроблена в 1882 р. і потім розкручена працями вітчизняних вчених (Е.Е. Жуковським, С.А. Чаплигіним і ін.) гідродинамічна теорія змащування, стала значною подією в розвитку техніки і значення

застосовуваного мастила. Завдяки цій теорії можна визначати умови, що забезпечують рідинне тертя, значення сили тертя, кількість теплоти, що відводиться мастилом, і т.д. Рідинне тертя, відповідно до гідродинамічної теорії, можливе за рахунок несучої здатності масляного шару, що виникає в результаті гідродинамічного тиску в масляному клиновому зазорі (рис. 2.1).

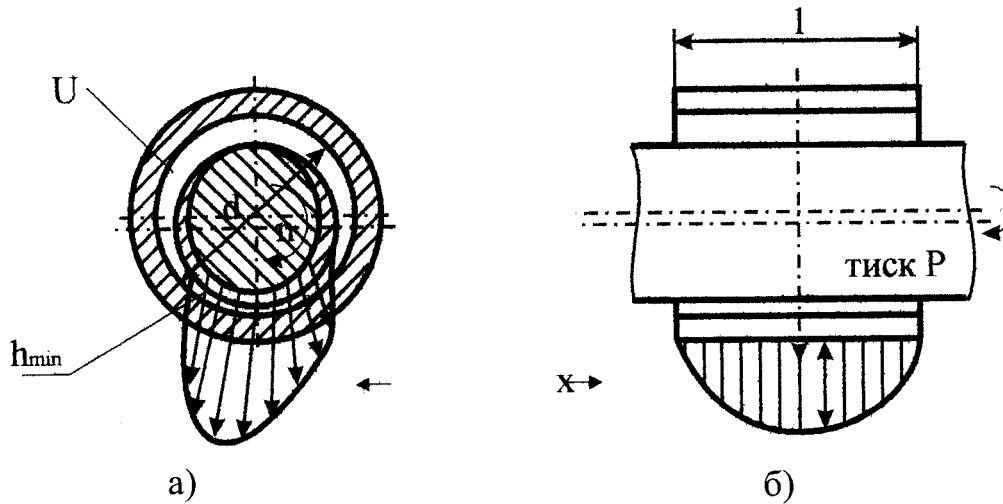


Рис. 2.1. Розподіл тисків всередині масляного шару підшипника:

а) у поперечному перерізі; б) у поздовжньому перерізі;
 P – навантаження, X – епюра тисків всередині масляного шару;
 U – область розрідження.

При обертанні вала масло, що знаходиться в зазорі підшипника, захоплюється ним, і в зазорі, що звужується, виникає тиск, під дією якого вал як би спливає. Зі збільшенням швидкості обертання вала, клинова дія масляного шару усе більш підвищується, і вал прагне прийняти центрове положення в підшипнику, а мінімальний шар масла (h_{min}) зростає при цьому і тертьові поверхні цілком розділяються мастильним шаром. Тиск всередині масляного шару залежить від опору витікання мастила, що зв'язано з довжиною шляху його руху по підшипнику (l) (рис. 2.1 б). Із збільшенням шляху масла по підшипнику його тиск буде вищий. У підшипниках машин тиск всередині масляного шару в 2,5...3,0 рази більший середнього питомого тиску на підшипник. Чим вище тиск, що розвивається в масляному шарі, тим більше навантаження може витримувати масляний шар без контакту тертьових поверхонь. При однакових товщині масляного шару і відносній швидкості руху

тертьових поверхонь, великі тиски, що розвиваються всередині масляного шару будуть мати місце для масла з більшою в'язкістю.

Необхідний мастильний шар, що розділяє тертьові поверхні, буде забезпечуватися в тому випадку, коли тиск, що розвивається маслом в масляному шарі, буде вищий питомого навантаження на підшипники. Отже, при малих швидкостях обертання вала і при невисоких значеннях в'язкості мастила умови для забезпечення рідинного тертя не створюються.

Для розрахунку мінімальної товщини мастильного шару в підшипнику або в'язкості мастила для забезпечення рідинного тертя проф. Н.П. Петровим запропонована формула, за якою значення сили рідинного тертя (F_p) визначається як:

$$F_p = \frac{\eta \cdot V \cdot S}{h}, \quad (2.2)$$

де η – динамічна в'язкість масла, Н·с/м²;

S – площа поверхонь тертя, м²;

V – відносна швидкість переміщення тертьових поверхонь, м/с;

h – товщина масляного шару, м.

Коефіцієнт рідинного тертя (μ') може бути визначений за приведеною раніше формулою для визначення сили при сухому терті, у якій сила сухого тертя замінюється силою рідинного тертя, тобто:

$$\mu' = \frac{\eta \cdot V}{h \cdot P_m}, \quad (2.3)$$

де $P_m = \frac{P}{S}$ – питомий тиск підшипника, Н/м².

При деяких видозмінах формули (2.3) можна визначати необхідну в'язкість мастила для забезпечення рідинного тертя, задавшись значенням мінімальної товщини мастильного шару. Або навпаки, перевірити товщину мастильного шару при застосуванні мастила із заданою в'язкістю. Мінімальна товщина мастильного шару при рідинному терті для автотракторних двигунів складає приблизно $h_{min}=4...6$ мкм.

За гідродинамічною теорією при роботі підшипника в умовах рідинного тертя коефіцієнт рідинного тертя (крива 1, рис. 2.2) лінійно залежить від величини $\eta \cdot h / P_m$. Безрозмірна величина $\eta \cdot h / P_m$ являє собою характеристику режиму рідинного тертя, в яку входять всі основні фактори, що визначають умови роботи підшипника.

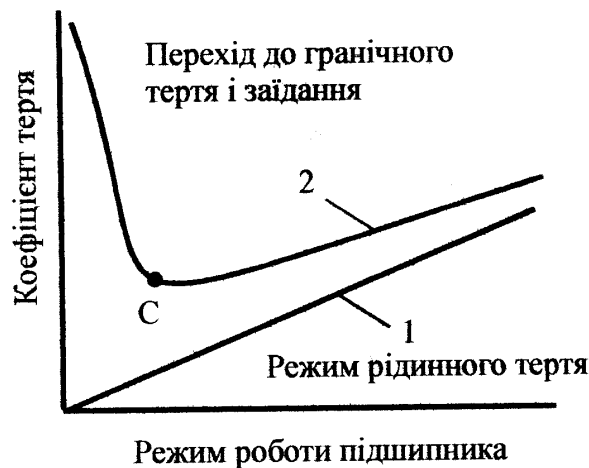


Рис. 2.2. Залежність коефіцієнта рідинного тертя від режиму роботи підшипника:

1 – експериментальна крива; 2 – лінія Н.И. Петрованика.

В дійсних умовах роботи підшипника, через зменшення мінімальної товщини мастильного шару (що відбувається при падінні частоти обертання колінчатого валу, зниженні в'язкості масла, при перевантаженнях, під час пуску тощо) коефіцієнт рідинного тертя має відхилення (рис. 2.2 крива 2). Точка С на кривій розділяє її на дві частини. Права частина відповідає режиму рідинного тертя роботи підшипника, ліва характеризує перехідний режим (перехід від рідинного тертя до граничного і навіть сухого, при якому може виникнути тиск тертьових поверхонь).

В таблиці 2.1 приведені значення коефіцієнтів тертя при різних видах тертя.

Граничне тертя. Для забезпечення надійної і довговічної роботи автотракторних двигунів необхідно створити умови для рідинного тертя. Однак в ряді випадків двигун може короткочасно працювати в несприятливих умовах

(різке зростання навантаження, значне зниження частоти обертання колінчатого вала, перегрів двигуна, надмірне зниження в'язкості масла тощо), при яких гідродинамічний шар масла порушується і рідинне тертя переходить у граничне. При граничному терті взаємодіють найтонші шари орієнтованих полярних молекул мастила, що утримуються на тертьових поверхнях. У цьому випадку несуча здатність масла залежить від дії не гідродинамічних, а адсорбційних сил молекул. Тут проявляється нова, відмінна від в'язкості властивість мастила - маслянистість (яку іноді називають його змащувальною здатністю).

Таблиця 2.1. Значення коефіцієнтів тертя при різних видах тертя

Вид тертя	Значення коефіцієнта тертя
Ковзання:	0,15...0,90
сухе	0,08...0,15
граничне	0,007...0,03
рідинне	
Кочення:	0,001...0,003
кулькові підшипники	0,002...0,007
роликові підшипники	

Під маслянистістю розуміють властивість мастила, обумовлену наявністю в ньому полярно-активних з'єднань, що дає змогу досить міцно утворювати та утримувати адсорбовані шари орієнтованих молекул на тертьових поверхнях. Адсорбований шар мастила не ідентичний шарові мастила при рідинному терті і до нього не можуть бути застосовні закони гідродинаміки. Маслянистість масла не однакова для різних металів і станів тертьових поверхонь, тому що молекули адсорбуються по різному. Ця обставина обґрунтовує необхідність підбору для умов граничного тертя відповідних тертьових пар по металу, обробці тощо. Товщина шару адсорбованих молекул масла на тертьовій поверхні досить незначна і знаходиться в межах від 0,1 до 1 мкм. Гранична плівка здатна витримувати досить значні навантаження, знижувати опір зрушенню та запобігає появі

сухого тертя на тертьових поверхнях. Значення коефіцієнта граничного тертя знаходиться в межах 0,01...0,1.

Маслянистість масла може бути підвищена введенням до нього спеціальних полярно-активних речовин, молекули яких містять групи атомів з явно вираженою полярністю. Для мінеральних мастил такими речовинами є масла, сірчасті з'єднання, деякі органічні кислоти тощо.

Напівсухе або напіврідинне тертя, варто вважати перехідним і короткочасним, тому що в основному воно виникає при пуску і зупинці двигуна, при перегріві, не відповідності в'язкості мастила. Щоб зменшити тертя і супутній йому знос, необхідно застосовувати такі масла, молекули яких міцно адсорбуються на тертьових поверхнях.

Тертя кочення. Під тертям кочення розуміють силу, що виникає при перекочуванні одного твердого тіла, що має криволінійну поверхню, по поверхні іншого твердого тіла.

Сила тертя кочення завжди менше сили тертя ковзання, тому для тих вузлів, де це можливо, застосовують підшипники кочення. Це обумовлюється ще й тим, що при виході з ладу, підшипник кочення завжди можна легко замінити на новий, не розбираючи машину.

2.1.3 Призначення мастильних матеріалів та вимоги, які пред'являються до них

Для забезпечення надійної і довговічної роботи вузла, механізма, двигуна, машини тощо досить важливе значення має якість застосовуваного масла, що призначається для забезпечення наступних основних функцій:

- запобігати або зменшувати зношування тертьових поверхонь деталей, а також уберігати їх від заїдання на всіх режимах роботи при експлуатації. Для цього масло повинне мати відповідну в'язкість і підвищену маслянистість, щоб забезпечувати при нормальних умовах роботи рідинне тертя, а на перехідних режимах при граничному терті можливі мінімальні зноси;

- зменшувати тертя між сполученими поверхнями, з метою сприяння скороченню непродуктивних витрат енергії, а отже, і підвищенню ККД. У

цьому відношенні масло повинне мати меншу в'язкість, але цілком достатню для забезпечення рідинного тертя. Одночасно з цим масло повинно володіти пологою кривою в'язкості, тобто в меншому ступені змінювати в'язкість із зміною температури, що особливо важливо при пуску двигуна і тим більше при мінусових температурах навколишнього повітря;

- відводити тепло від тертьових спряжень і деталей, що нагріваються, не допускаючи їх перегріву, що сприяє погіршенню умов роботи як деталей, так і мастила;

- захищати робочі поверхні деталей від корозії, в результаті впливу різних факторів (води, кислотного середовища тощо);

- перешкоджати прориву робочої суміші і продуктів згоряння в картер двигуна, тобто поліпшувати компресію циліндро-поршневої групи;

- змивати з тертьових поверхонь деталей продукти зносу та інші забруднення, переводячи їх у зважений стан з наступним фільтруванням;

- захищати поверхні деталей від утворення на них смолисто-лакових відкладень і нагарів, що погіршують тепло віддачу від деталей і інші функції.

Виконуючи зазначені вище функції, змащувальне мастило підлягає в процесі роботи впливу цілого ряду різних факторів, таких як: висока температура, інтенсивний контакт із киснем повітря, а в двигунах внутрішнього згоряння і з продуктами згоряння; вельми високі питомі навантаження в підшипниках і інших вузлах тертя; зміна швидкісного режиму руху масла; зміна режиму роботи механізму тощо.

Ці фактори, впливаючи на змащувальне мастило, призводять до виникнення в ньому вельми складних фізико-хімічних процесів; тому з плином часу початкові властивості масла змінюються. “Під впливом цих факторів, - зазначає проф. В.Р.Вільямс, - масло піддається різного роду процесам: від полімерізації, конденсації та окислення до крекінгу, напівкоксування та коксування”.

Виходячи із функціонального призначення, умов і режимів роботи змащувального масла, до нього пред'являють наступні основні вимоги: мати відповідну в'язкість та індекс в'язкості; володіти високою

термоокислювальною стійкістю та мати хороші протикорозійні властивості; мати високі протизносі якості і володіти гарною прокачуваністю при різних температурах навколишнього середовища; забезпечувати більш тривалий термін роботи до чергової заміни; не утворювати на поверхнях деталей різних відкладень тощо.

Для володіння необхідними вимогами для напрацювання змащувальних масел підбирають відповідну сировину, вибирають потрібну технологію отримання і спосіб очищення, а в останні роки додання високоефективних багатофункціональних присадок або їх композицій.

2.1.4 Класифікація мастильних матеріалів

Вироблені мастильні матеріали класифікуються на цілий ряд груп, в залежності від ряду ознак, таких як: походження або вихідна сировина для одержання; зовнішній стан; призначення, вихідні умови застосування й ін.

За походженням або вихідною сировиною розрізняють такі мастильні матеріали:

- мінеральні або нафтові, які виробляються шляхом відповідної переробки нафти і є основною групою вироблених мастил (більш 90%). Вони у свою чергу в залежності від способу одержання класифікуються на дистилятні, залишкові і компаундні або змішані;

- рослинні і тварини, що мають органічне походження. Рослинні масла одержують шляхом переробки насіння певних рослин, у числі яких найбільш широке застосування в техніці одержали касторове, гірчичне і ріпакове. Тваринні масла одержують шляхом переробки тваринних жирів, серед яких знаходять застосування такі як: бараняче і яловиче сало, технічний рибацький жир, кісткові і спермацетові масла й ін. Слід зазначити, що органічні масла мають більш високі змащувальні властивості, але мають низьку термічну стійкість у порівнянні з нафтовими масла. У зв'язку з цим їх застосування обмежено і найбільш часто їх використовують саме у суміші з нафтовими;

- синтетичні, які одержують з різної вихідної сировини різними методами, серед яких: каталітична полімеризація рідких або газоподібних вуглеводнів як нафтової, так і ненафтової сировини; синтез кремнійорганічних

з'єднань (полісиліконів), одержання фторвуглецевих - масел і т.д. Синтетичні масла мають задані властивості і застосовуються для цілого ряду високовідповідальних вузлів тертя, але в силу високої вартості їх виробництва, вони мають обмежене застосування.

За зовнішнім станом мастильні матеріали поділяються на:

- рідкі мастила, що у звичайних умовах є рідинами, які володіють плинністю (нафтові і рослинні масла);
- пластичні або консистентні масла, що у звичайних умовах знаходяться в мазеподібному стані (технічний вазелін, солідмасла, консталіни, жири й ін.). У свою чергу пластичні мастила підрозділяються на антифрикційні, консерваційні, ущільнювальні й ін.;
- тверді мастильні матеріали, що не змінюють свого стану навіть під дією ряду факторів (температури, тиску тощо). До них відносяться графіт, слюда, тальк, які звичайно застосовують у суміші з рідкими або пластичними мастильними матеріалами.

За призначенням мастильні матеріали поділяються на:

- моторні масла, призначені для двигунів внутрішнього згоряння, які в свою чергу поділяються на масла для карбюраторних, дизельних, авіаційних і інших двигунів;
- трансмісійні масла, призначені для механізмів трансмісії тракторів, автомобілів, комбайнів, самохідних машин;
- індустриальні масла, призначені для гідравлічних систем різних машин;
- компресорні, приладові, циліндрові, електроізоляційні, вакуумні й інші.

В свою чергу розглянуті масла можуть бути поділені на:

- низькотемпературні, які застосовуються для змащування вузлів у температурних умовах не вище 50...60°C (приладові, індустриальні масла й ін.);
- середньотемпературні, які застосовуються при температурах 150...200°C (турбінні, компресорні, циліндрові й ін.);
- високотемпературні, які застосовуються для вузлів, що піддаються впливу температур до 300°C й більше (головним чином моторні масла).

2.2. Мастильні матеріали та їх властивості

2.2.1 Базові масла і способи їх отримання.

Базові масла в залежності від складу можуть бути нафтовими, синтетичними або напівсинтетичними.

Нафтові базові масла – одержують із залишку (мазуту), що утворюється після атмосферної перегонки нафти і видалення з нього бензинових і дизельних фракцій. Цей залишок піддається подальшій переробці, яка включає вакуумну перегонку, очищення, деасфальтизацію, депарафінізацію та інші процеси нафтопереробки:

— вакуумна перегонка дозволяє позбутися висококиплячих компонентів (гудрон) і розділити продукт, що переробляється, на ряд фракцій (дистилятів), які мають різну температуру кипіння, а значить і різну молекулярну масу, склад і властивості (щільність, в'язкість, індекс в'язкості, температуру спалаху тощо);

— очищення (селективне сірчаноокислотне, гідроочищення, адсорбційне і ін.) проводиться для видалення небажаних компонентів (сірчистих і киснеутримуючих з'єднань, неграничних вуглеводнів тощо), які у процесі роботи масел можуть робити негативний вплив. Зазначені вище методи очищення в залежності від обраної технологічної схеми можуть застосовуватися як самостійно, так і в сполученні з іншими методами.

Нафтові базові масла, отримані за традиційними схемами виробництва та очищення, являють собою складні суміші вуглеводнів (ізопарафінових, нафто-парафінових, нафто-ароматичних, ароматичних різної ступені циклічності) з молекулярною масою 300...750 і утримуючих у складі молекул 20...60 атомів вуглецю, а також гетероорганічних з'єднань (утримуючих кисень, сірку, азот і деякі метали). Ці масла мають індекс в'язкості приблизно 90...100 одиниць.

— деасфальтизація проводиться для видалення з високов'язкого залишку після вакуумної перегонки асфальтенов – високомолекулярних продуктів, що викликають підвищене нагаро- і лакоутворення при роботі масел.

Очищена масляна фракція (деасфальтизат) використовується як компонент базових масел.

— депарафінізація служить для видалення з дистилатів і деасфальтизатів високоплавких парафінів, що підвищують температуру загустіння масел.

Процеси виробництва та очищення базових масел можуть комбінуватися різними способами. Типова технологічна схема виробництва масла приведена на рис. 2.3.

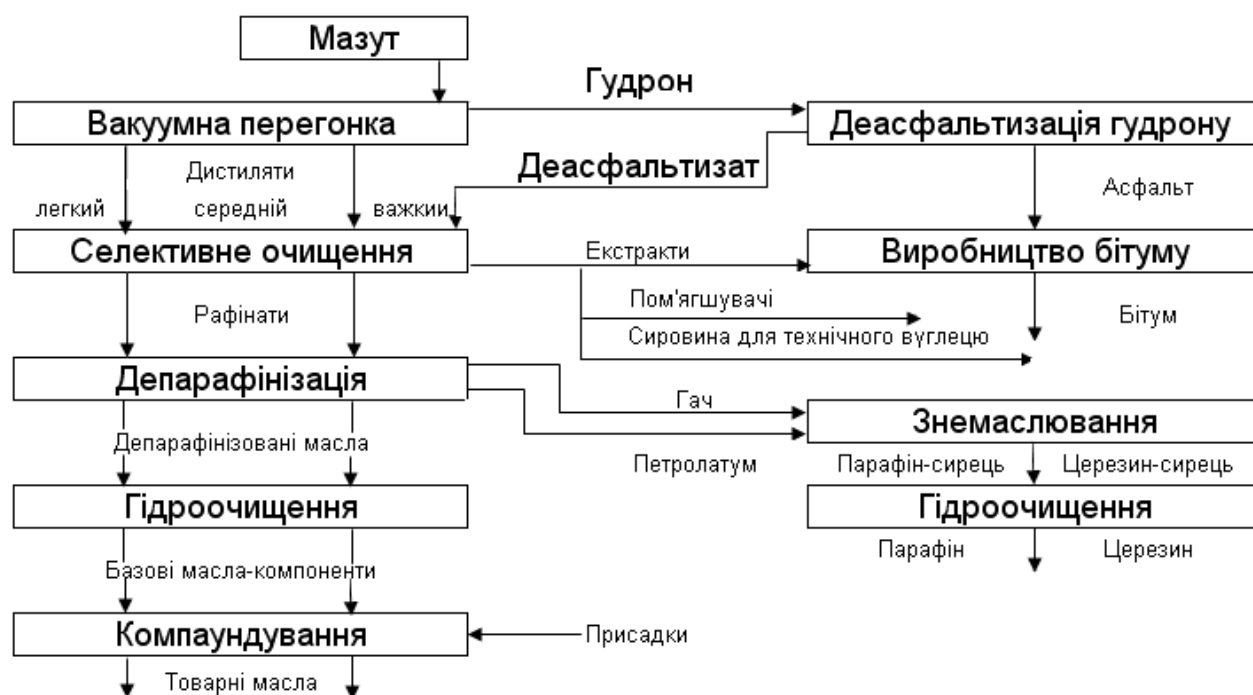


Рис. 2.3. Схема одержання масел

Дистилатні базові масла — компоненти звичайно одержують за схемою:

*мазут → вакуумна перегонка → селективне очищення →
→ депарафінізація → гідроочищення.*

А залишкові — за схемою:

*гудрон → деасфальтизація → селективне очищення →
→ депарафінізація → гідроочищення.*

Компаундування базових масел одержують змішуванням дистилатних і залишкових компонентів. Змішування компонентів проводиться як для

одержання заданої в'язкості, так і для досягнення необхідного вуглеводневого складу базових масел.

Синтетичні базові масла одержують шляхом цілеспрямованого синтезу органічних і елементоорганічних з'єднань, що перевершують за своїми властивостями вуглеводні нафтові масла і являють собою суміші хімічних сполук однакової або різної структури. Найбільше поширення одержали синтетичні вуглеводні (поліолефіни, алкільовані ароматичні з'єднання), поліефіри, складні ефіри органічних і неорганічних кислот, складні ефіри багатоатомних спиртів, полі-галогенпохідні вуглеводні, силосани й ін.

Розробка синтетичних масел почалася ще наприкінці XIX століття, а на початку 20-х років XX століття вони вже випускалися промисловістю. До цього ж періоду відносяться і перші спроби їх використання в мастилах. Проте їх широке використання почалося в останні три десятиліття. Синтетичні базові масла перевершують нафтові за низькотемпературними характеристиками, термічною стабільністю і стійкістю до окислювання (табл. 2.3), але поступаються їм за вартістю.

Напівсинтетичні базові масла одержують, як правило, шляхом змішання синтетичних і нафтових компонентів, що дозволяє одержувати продукти, що сполучають у собі високі експлуатаційні характеристики мастил, що перевершують нафтові, і помірну їхню вартість. В Україні синтетичні базові масла не виробляються. Перелік синтетичних масел, що випускаються підприємствами Російської Федерації приведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.3 Порівняння (у балах) властивостей нафтових і синтетичних основ, що використовуються як базові масла

Властивості	Нафтаносне масло	Полео- лефіни	Діалкіл- бензоли	Дікарбонові кислоти	Поліоллові кислоти	Етилен або гліколь	Сілікони	Ефіри		
								Масла фінілові	Фосфорної кислоти	Кремніє- вої кислоти
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-	-8-	-9-	-10-	-11-
В'язкісно- температурна характеристика	3	4	3	4-5	4	4	5	2	3-4	5
Термостабільність	3	4	4	3-4	4	2	4	5	2	3

Продовження таблиці 2.3

-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-	-8-	-9-	-10-	-11-
Схильність до невиспару	3	4-5	4	4-5	4-5	3-4	4-5	5	4	4
Рухливість при низьких температурах	2	4	4	4	4	4	4	0	3	3
Антиокислювальні властивості	3	4	3	4	4	3	4-5	5	3	4
Термоокислювальна стабільність (з антиокислювачем)	3	4-5	4-5	4-5	5	4	4-5	5	3	4
Антикорозійні властивості (з інгібітором)	5	5	5	3-4	3-4	4	4	4	3	4
Приємистість до присадок	4-5	4-5	4-5	4-5	4	3-4	2	2	4	4
Гідромаслятична стабільність	5	5	5	3-4	4	4	3-4	5	3	2
Сумісність з нафтовими маслами	5	5	5	4	3-4	2	2	2	3	3-4
Протизносні властивості	4	4	4	4-5	4	4	2	4-5	5	2
Теплопровідність	4	4	4	5	5	5	3	5	4	4
Стійкість до запалення	1	2	2	2-3	2-3	2	3-4	3	4-5	3
Індиферентність до ущільнювальних матеріалів	4	5	3-4	3	2-3	4	4	4	2	3-4

Особливе місце займають базові масла, отримані з використанням технології гідрокрекінгу (НС - синтез) нафтових масляних фракцій. У цьому процесі вуглеводні всіх груп і з'єднань всіх класів під дією водню (гідрообробки) у присутності специфічних каталізаторів при підвищених температурах (360...420°C) і тисках (10...20МПа) піддаються глибоким перетворенням.

Таблиця 2.4. Синтетичні базові масла, що випускаються підприємствами

Типи масел	Марка	Склад	Нормативний документ
-1-	-2-	-3-	-4-
Маслаальфаолефінові	М-9С (ПАОМ-9)	Поліальфаолефінове масло	ТУ 38.401269-82
	ПАОМ-20	Поліальфаолефінові масла	ТУ 38.401-58-42-2
Складні ефіри джарбонових кислот	ДОС-Т	Диоктилсебацінат (термостійкий)	ДСТ 8728-88
	ДОС	Диоктилсебацінат (пластифікатор)	ТУ 6-06-11-88

Продовження таблиці 2.4

-1-	-2-	-3-	-4-
Ефіри фосфорної кислоти	ТБФ	Трибутилфосфат	ТУ 6-02-733-84
	ТКФ	Трикрезилфосфат	ДСТ 5728-76
	ДБФФ	Дибутилфенілфосфат	ТУ 6-02-985-81
	ДФИБФФ	Дифеніл-п-трет-бутилфенілфосфат	ТУ 6-06-241-92
	Турбінне масло ОМТИ	Триксиленілфосфат	ТУ 6-25-12-75
Складні ефіри неопентилових спиртів	Ефір Mg ₂	Складний ефір пентаеритрита	СТП УфНПЗ 4-155-83
	ПЭТ-М	Складний ефір пентаеритрита (для масел)	ТУ 38.401567-86
	ПЭТ	Складний ефір пентаеритрита (для змашень)	ТУ 1011027-85
Поліортаносилоксани	ХС-2-1	Поліметил (дихлорфеніл) силоксан	ТУ 6-02-804
	162-170ВВ(ХС-2-1-ВВ)	Поліортаносилоксан	ТУ 6-02-824-78
	ФСТ-5	Суміш полііметив (у-трифторпропил) силоксанів	ТУ 6-02-910-74
	Пмс-юорр-вв (131-117Рвв)	Поліметилсилоксан	ТУ 6-02-1-284-76
	ПМС-20р	Суміш маслагометилсилоксанів	ТУ 6-02-1259-84
	Рідина №7	Суміш поліетилсилоксанов	ДСТ 25149-82
	ПЭС-4	Поліетилсилоксан	ДСТ 1300-77

Застосування процесу гідрокрекінгу дозволяє забезпечити необхідну якість масла не за рахунок видалення небажаних компонентів, як це прийнято в традиційних процесах, а за рахунок хімічного перетворення небажаних компонентів у бажані. Сировиною для одержання масел служать висококиплячі дистиляти і деасфальтизатори, що є складними сумішами вуглеців різних груп, гетероз'єднань (утримуючих атомів сірки, азоту, кисню та інших елементів), а також високомолекулярних з'єднань (смасластів, асфальтенів). Як приклад у табл. 2.5 приведені дані про груповий склад сировини і продукту гідрокрекінгу. З приведених даних видно, що вміст конденсованих вуглеводнів знизився приблизно в двічі і продукт гідрокрекінгу приблизно на 70% складається з неконденсованих з'єднань. В результаті значно зростає індекс в'язкості, про що свідчать дані, приведені на рис. 2.4. При переробці парафінистої сировини відбувається ізомеризація парафінових вуглеводнів, що також сприяє поліпшенню в'язкісних властивостей продуктів.

Таблиця 2.5. Групові склади сировини і продукту гідрокрекінгу

Груповий склад	Вміст, % мол.	
	в сировині	в продукті
Алкани	1,0	4,1
Циклоалкани	32,7	67,7
неконденсовані		
конденсовані	19,7	26,5
Ароматичні моноциклічні вуглеводні		
неконденсовані	12,6	1,5
конденсовані	29,2	0,2
Бензтиофени	1,9	0
Дибензтиофени	1,7	0
Нафтобензтиофени	1,1	0
Всього конденсованих з'єднань	53,7	26,7

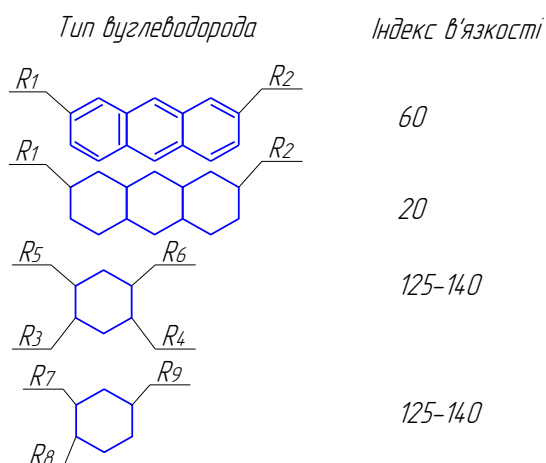


Рис 2.4. Взаємозв'язок структури вуглеводнів з індексом в'язкості масла

За своїми експлуатаційними характеристиками масла, отримані з використанням продуктів гідрокрекінгу, не поступаються традиційним синтетичним і напівсинтетичним маслам, але мають більш низьку ціну. В залежності від складу базові масла, отримані з використанням технології гідрокрекінгу, відносять до синтетичного або напівсинтетичного типів.

Американський інститут нафти (API) класифікує масла за трьома показниками – індексу в'язкості, вмісту сірки, масовій частці нафтопарафинових вуглеводнів (табл. 2.6).

Таблиця 2.6. Класифікація базових масел за API

Група	Вміст парафіно-нафтових вуглеводнів, % мас.	Вміст сірки, % мас.	Індекс в'язкості	Тип базового масла
I	< 90	> 0,03	80-120	масла селективного очищення
II	≥ 90	≤ 0,03	80-120	масла гідроочищені
III	≥ 90	≤ 0,03	≥ 120	високоіндексні масла
IV	-	-	-	Поліальфаолефінові масла
V	-	-	-	Інші базові масла, що не ввійшли в групи I, II, III і IV

Загальноприйняті специфікації на базові масла відсутні. Багато фахівців вважають, що в зв'язку з різноманіттям та суперечливістю вимог, які пред'являються до базових масел, однакових вимог до їх якості, придатних для виробництва всього асортименту товарних масел, сформульовано бути не може.

У країнах СНД як компоненти базових масел використовують деякі спеціальні нафтові масляні фракції (ТУ 38.101523-80, ТУ 38.1011261-89, ТУ 38.101355-73, ТУ 38.401-58-166-95, ТУ 38.401-58-167-96, ТУ 38.401117-91, ТУ 38.301-13-007-98, ТУ 38.301-20-23-90, ТУ 38.301-29-48-95, ТУ 38.301-29-27-89), індустриальні масла загального призначення без присадок (ТУ 38.101413-97) і трансмісійні масла без присадок (ТУ 38.101529-75, ТУ 38.101110-86). Деякі нафтопереробні заводи виробляють компоненти базових масел для власних потреб за стандартами підприємств.

2.2.2 Функціональні добавки до масел

В процесі роботи машин і механізмів відбувається зношування сполучених пар. Інтенсивність зношування і сила тертя залежать від цілого ряду факторів, обумовлених режимом тертя (температура, вологість і т.п.), а також складом і властивостями мастильних матеріалів, що застосовуються. Однак останні в процесі роботи (в залежності від умов експлуатації) самі перетерплюють значні перетворення, що виражаються у зміні їх хімічного складу. Ці зміни, в свою чергу, впливають на протизносні та антифрикційні

властивості. Більшість мастильних матеріалів піддається окислюванню, в результаті якого в системі відбувається нагромадження кисневоутримуючих з'єднань, які при визначеному вмісті можуть поліпшувати протизносні властивості масел. Однак нагромадження їх в маслах в значній кількості (і особливо низькомолекулярних кислот) небажано, тому що різко підсилюється корозія і зношування тертьових пар.

З метою запобігання зміни складу і властивостей мастильних матеріалів і поліпшення їх експлуатаційних характеристик більшість масел і мастил містять різні добавки. Маслорозчинні добавки органічного походження одержали назву присадки. Тверді нерозчинні речовини, як правило, неорганічного походження називають наповнювачами або антифрикційними добавками. Вводять їх у мастила в значних кількостях, більших за присадки (до 20...30% проти 2...5% відповідно).

Присадки підвищують стабільність масел проти окислювання, регулюють їх в'язкість і зменшують залежність в'язкості від температури, знижують температуру застигання, поліпшують триботехнічні властивості (знижують тертя і знос, запобігають схоплювання і задирам), захищають метали від корозії, перешкоджають відкладенню нагарів на деталях двигунів внутрішнього згоряння, перешкоджають емульгуванню води в маслах і спінюванню останніх. За функціональним призначенням присадки розділяють на антиокисні, в'язкостні, миючо-диспергуючі, антифрикційні, протизносні, депресорні, протипінні та інші.

Присадки вводять в масла в порівняно невеликих кількостях: від долів відсотка до декількох відсотків (у композиціях їх загальна концентрація може доходити до 15% і більш). Винятки складають в'язкістні присадки, що можуть додаватися до 20...30% і більш, будучи в цьому випадку в більшому ступені компонентом масла, ніж присадкою. Більшість присадок поверхнево-активні речовини. До складу полярних груп входять атоми кисню, сірки, галоїдів, фосфору, азоту або бору. Може бути присутнім один з цих атомів або тимчасово два-три.

Більшість присадок незалежно від свого функціонального призначення тією чи іншою мірою впливають на антифрикційні і протизносні властивості мастильних матеріалів. Цей вплив може виявлятися безпосередньо (прямий ефект) або через процеси, що протікають в маслі (побічний ефект). Так, антиокисні присадки знижують нагромадження в маслі продуктів окислення, що є поверхнево-активними речовинами.

За характером взаємодії з металом антиокисні присадки умовно поділяють на деактиватори і пасиватори. Деактиватори запобігають або знижують каталітичну дію з'єднань металів, що накопичуються в маслі. Пасиватори утворюють не розчинну плівку на поверхні металу. Ця плівка блокує його поверхню від корозійної дії середовища (пасивує поверхню металу). Детергенти виявляють ефект власне миючої дії внаслідок утворення на поверхні металу подвійного електричного шару. Останній істотно впливає на тертя і знос. Вплив зольних миючих присадок підсилюється в зв'язку з тим, що вони вводяться в масла в значній кількості (3...5% і більше). Дисперсанти також впливають на протизносні та антифрикційні властивості внаслідок своєї високої поверхневої активності.

Зниження корозійної активності мастильного середовища досягається шляхом підвищення антиокисних властивостей масла, а також додаванням до масел спеціальних антикорозійних присадок. Їх механізм заснований на хімосорбційній взаємодії з металом. При цьому поверхня металу захищається від дії навколишнього середовища та одночасно знижується каталітична дія металу на окислювання компонентів масла. Інтенсифікація атмосферної корозії, особливо у вологому середовищі, а отже, і зносу сполучених пар запобігається або зводиться до мінімуму введенням в масло інгібіторів корозії.

Підвищення в'язкості масла, у тому числі і шляхом його загущення в'язкостними (полімерними) присадками, знижує знос внаслідок переходу від граничного до еластогідродинамічного мащення.

В табл.2.7 приведені марки і хімічна назва присадок, які здобули найширшого використання в маслах.

Таблиця 2.7. Марки деяких функціональних присадок до мастил

Присадка	Хімічна назва
Антиокисні	
Іонол Агидол-2 ВНИИНП-354 ДФ-11 . ДФ-1 ИХП-21	4-метил-2,6-ді-третбутилфенол 2,біс [^] -біса-2-метилен-біс-(4-метил-6-третбутилфенол) Ди(алкилфенил)дитиофосфат цинку Диалкилдитиофосфат цинку Диалкилдитиофосфат барію Барієва сіль продукту конденсації алкилфенол з формальдегідом і аміаком, обробленого п'яти сірчанним фосфором
Миюче-диспергуючі детергенти (зольні)	
МАСК АСК АСБ С-150; ПМС«А»; Пмся БФКУ ЦИАТИМ-339	Колоїдна дисперсія карбонату кальцію алкилсалицилатом кальцію Алкилсалицилат кальцію Алкилсалицилат барію Колоїдна дисперсія карбонату кальцію, сульфонатом кальцію Барієва сіль ди(оксиалкилфенил)метану Нейтральна барієва сіль алкилфенол сульфідіу
Дисперсанти (беззольні)	
Днепрол С-5А	Модифікована основа Манніха поліізобутиленфенола і поліетиленполіаміну Сукцинимид (імідопохідні бурштинової кислоти)
Інгібітори корозії	
АКОР-1 ЦИМ	Селективно-очищені нітровані масла Сукцинимид сечовини
В'язкістні поліметакрилати	
ПМА «У-1»; ПМА «У-2» КП-10	Поліізобутилен
Депрессори	
АзНИИ-ЦИАТИМ-1 АФК ПМА «Д»	Барієва сіль бісульфідалкилфенола Кальцієва сіль алкилфенола поліметакрилат
Протизносні і противозадирні	
АБЭС КИНХ-2 ЛЗ-23до	Біс(алкілбензилтіо)етан Полісульфінірований поліізобутилен Діізопропілксантогенат етилену
ОТП Хлореф-40 ЭФО ЛЗ-309/2; ЛЗ-318 -	Осірчанені тетрамери пропілена О, О-Дибутіловий ефір трихлорметилфосфоновой кислоти Цинкобарієва сіль ізобутилового ефіру арилдитиофосфорной кислоти Трихлорпентилдізопропілдитиофосфат

Примітка. Віднесення деяких присадок до відповідної групи за функціональним призначенням є певною мірою умовним. Наприклад, дитиофосфати цинку володіють не тільки антиокисною, але і протизносною дією.

Антиокисні присадки поділяють на беззольні (які не містять металів у своєму складі) і зольні (до складу яких входить метал). До числа беззольних присадок відносять з'єднання фенольного й аміноного типу. Широко розповсюдженою зольною антиокисною присадкою є дитиофосфати різних металів. Найбільше поширення серед них одержали дитиофосфати цинку. Дитиофосфати металів виконують також функції протизносних і антикорозійних присадок. Для зниження корозійної агресивності масел стосовно міді і її сплавів при високих робочих температурах застосовують бензотриазол і його похідні, стосовно свинцю – пропіловий ефір галлової кислоти.

В якості миюче-диспергуючих присадок, які застосовуються в основному в моторних маслах, використовують з'єднання, що володіють детергентною і диспергуючою дією. До найбільш розповсюджених детергентів відносять сульфонати і саліцилати металів (зольні детергенти), переважно кальцію і барію. Крім сульфонатів і саліцилатів, знайшли застосування також феноляти металів. У якості диспергуючих присадок, або дисперсантів, використовують в основному беззольні з'єднання – сукцинимиди різної будови.

В якості протизносних і протизадирних присадок до мастильних матеріалів (див. табл. 2.7) використовують сіро-, фосфор-, хлормісткі з'єднання (сульфіди, полісульфіди, ксантогенати, фосфати, дитиофосфати тощо). Роль в'язкісних присадок виконують поліізобутилені, поліметакрилати і сополімери різної молекулярної маси.

При твердих режимах експлуатації пластичних змащень, незважаючи на значний вміст у них ПАР, поверхневої активності мил – найбільш розповсюдженого типу згущувача – виявляється недостатньо для утворення на металі міцного і стійкого граничного шару. У таких випадках триботехнічні властивості найбільше істотно можна поліпшити введенням у пластичні мастила речовин адсорбційно і хімічно більш активних, ніж згущувач.

Такими речовинами є протизносні і протизадирні присадки. Протизносні присадки не допускають прогресуючого зносу металу при високих навантаженнях і температурах, а протизадирні – перед відвертають заїдання і задири, зменшують руйнування поверхні при підвищених навантаженнях. Антифрикційні присадки, що стабілізують процес тертя, у масла, як правило, не вводять, оскільки їх антифрикційні властивості і так досить гарні.

У маслах використовують переважно протизносні і протизадирні присадки. Присадки, що містять активні елементи: сірка, хлор і фосфор, як правило, погіршують мастило, колоїдну, термічну і механічну стабільність. Виняток складають осірчені жири (бавовняне і касторове масло, кашалотовий жир) і присадка КИНХ-2. Вітчизняна промисловість випускає більше десяти антифрикційних пластичних мастил, що містять протизносні і протизадирні присадки.

Для присадок характерно значна зміна ефективності дії в залежності від їх концентрації, а також від складу, властивостей, умов виробництва і застосування мастильних матеріалів.

У загальному випадку при підборі присадок до пластичних мастил, крім властивостей самої присадки (наявність домішок, змін в умовах збереження й ін.), варто враховувати:

- 1) хімічний склад дисперсійного середовища;
- 2) тип і концентрацію загущувача, а у випадку мильних загущувачів – склад жирової сировини і луг, які для цього використовуються;
- 3) реакцію мащення (лужну або кислу), в залежності від якої рекомендуються присадки різних типів;
- 4) сумісність з іншими функціональними добавками (модифікаторами структури, присадками і наповнювачами), що присутні у мастилах;
- 5) технологію виробництва мастил і спосіб введення присадки;
- 6) умови експлуатації мастил (температуру, навантаження, контакт із різними металами, тривалість роботи тощо).

Наповнювачі (антифрикційні добавки) – це тверді високодисперсні речовини, як правило, неорганічного походження (виняток складають

порошкоподібні полімери). Вони практично не розчиняються в дисперсійному середовищі і утворюють в мастильних матеріалах самостійну тверду фазу: розмір часток наповнювачів, як правило, складає 1...20 мкм. Найбільше поширення одержали шаруваті наповнювачі кристалічної структури: графіт, дисульфід молібдену, нітрид бора, слюда, тальк, вермикуліт, деякі сульфіді, селеніди і іодиди металів, а також високодисперсні порошки металів і їх оксиди (табл. 2.8).

Таблиця 2.8. Характеристика наповнювачів

Показники властивостей	Графіт	Дисульфід молібдену	Слюда	ПТФЕ
Щільність, кг/м ³	1500...2000	4800...5000	2300...2800	2100...2300
Твердість (за Моосом)	1,0...2,0	1,0...1,5	2,3...2,8	55 (за Шором)
Температура плавлення, °С	3000...3500	1300...1500	1200...1400	—
Термічна стабільність (на повітрі), °С	600	300...400	600...900	—
Продукти окислювання	СО, СО ₂	МоО ₃	—	С ₂ Ф ₄
Максимальна температура застосування (на повітрі), °С. постійна короткочасна	420...430	340...350	—	250...270
	535...550	390...400	—	310...315
Хімічна стійкість	Відмінна	Добра	Задовільна	Відмінна
Коефіцієнт тертя: у вакуумі при низьких температурах (рідкий азот)	0,07...0,12	0,05...0,09	0,15...0,35	0,06...0,08
	0,7...0,9	0,5...0,7	—	0,02...0,05

Наповнювачі відрізняються від згущувачів істотно меншою згущувальною здатністю, однак межа між окремими неорганічними згущувачами і наповнювачами з високою поверхневою активністю не завжди чітко виражена. Ті самі продукти в залежності від їх дисперсності, поверхневої активності, концентрації і технології введення можуть бути віднесені як до наповнювачів, так і до згущувачів. Наприклад, дисульфід молібдену MoO_2 при високій концентрації (40...60%) і інтенсивному механічному впливі утворює у рідких середовищах структуровані системи-пасти, за своїми властивостями близькі до пластичних мастил. Той же продукт у малих кількостях (1...5%) поводить в мастилах і маслах як наповнювач (антифрикційна добавка). Таким чином, наповнювач відрізняється від згущувачів і присадок складом і фізичним станом.

Порошкоподібні наповнювачі дозволяють досить ефективно поліпшувати властивості мастильних матеріалів. Хоча наповнювач і є лише добавкою, кількість його може коливатися в широких межах, що визначається цілями його введення в мастильний матеріал.

Наповнювачі класифікують за наступними ознаками: за походженням – на природні і синтетичні, за складом – на неорганічні (мінеральні) і органічні, за впливом на структуру мастил – на інертні і активні, за функціональною дією – на поліпшуючі мастильну здатність, герметизуючу і захисну здатність, а також ряд інших властивостей мастил (тепло- і електропровідність і ін.).

Структура і механічні властивості наповнювачів значною мірою визначають їх експлуатаційні властивості. Серед наповнювачів, які застосовуються у мастилах можна виділити кристалічні продукти, що мають шарувату (оксиди металів) і атомарну (порошки металів) будівлю, а також тверді аморфні тіла (деякі силікати і полімери).

Властивості наповнювачів характеризуються також рядом показників, загальних для всіх мастильних матеріалів: мастильною здатністю (триботехнічними характеристиками), хімічною стабільністю, корозійною агресивністю і захисною здатністю, визначальною є їх вологість, кислотність (лужність) тощо.

Висока мастильна здатність – одна з основних причин введення наповнювачів у мастила. Найбільше поширення одержали наповнювачі, що володіють кристалічною шаруватою структурою, яка забезпечує низькі коефіцієнти тертя - це графіт і дисульфід молібдену.

Мінімальна масова частка наповнювачів, необхідна для помітного поліпшення триботехнічних властивостей мастил, складає 1...3%. Однак в ущільнювальних мастилах кількість наповнювачів може досягати 10...20% і більше. Протизносні та протизадирні присадки вводять у мастило у кількості не більше 5%, що лімітується їхньою розміцнюючою дією на структуру мастила. Значно поліпшується мастильна здатність при використанні в якості наповнювачів порошоків різних металів, їх оксидів і солей. Мастила із зазначеними добавками на поверхні тертя утворюють шар з м'якого металу,

який плакує і тому їх називають металоплакуючими. Формування на поверхні тертя металоплакуючої плівки, яка володіє високою контактною міцністю і пластичністю, гарною теплопровідністю, при низьких швидкостях збільшує фактичну площу контакту, знижує коефіцієнт тертя і знос, охороняє поверхні від схоплювання.

Відмінною рисою наповнювачів є те, що ефективність їх дії найбільше чітко виявляється в екстремальних умовах застосування мастил. Міцність структури мастил впливає на ефективність дії наповнювачів. У високоміцних мастилах наповнювачі утримуються структурою і не надходять у зону тертя. Так, введення MO_2 у літієве мастило з метою зниження фреттинг-коррозії виявилось неефективним у випадку міцних мастил і привело до істотного ефекту при зменшенні межі міцності мастил.

Перевагою наповнювачів у порівнянні з присадками є те, що ефект їх дії виявляється як при низьких, так і при високих температурах, у той час як для ефективної дії присадок звичайно необхідні підвищені температури.

2.2.3 В'язкість і в'язкісно-температурні властивості масел

В'язкість є одним з важливих показників якості масла. За в'язкістю оцінюють придатність масла для даного двигуна в залежності від конструкції, технічного стану, сезонності, умов експлуатації та ін. В'язкість входить до маркування масла у вигляді цифрового індексу, наприклад М-8В₁, М-10Г₂. Цифра „8”, „10” означають значення в'язкості при 100°C в мм²/с. В'язкість масла відображають в одиницях кінематичної в'язкості за ГОСТ 33-82, її визначають на різних віскозиметрах. Від в'язкості масла залежить величина втрат потужності на тертя, надійність роботи деталей, що труться, їх знос, легкість пуску двигуна, охолодження деталей, видалення продуктів зносу з зони тертя, витрата масла на угар, витрата палива тощо.

Більшість дослідників вважають, що найбільші зноси – пускові; на них приходить біля 2/3 загальних зносів. На рис. 2.5 показана залежність зносу двигуна під час пуску від в'язкості масла. Масло зниженої в'язкості при

низьких температурах швидше надходить до поверхонь, що труться, зменшуються пускові зноси.

Масло в підшипнику виконує дві функції – охолодження та змащування. Без достатньої кількості масла при поганій циркуляції його в масляній системі підшипники швидше перегріваються та виходять з ладу. Недолік надходження масла може бути через низький тиск масла в системі або при недостатній кількості масла, що подається до підшипника. Низький тиск масла обумовлений несправністю масляних насосів, ослабленням чи зломом пружин клапанів тощо приводить до зносу корінних і шатунних підшипників колінчастого вала, який збільшується при використанні масла дуже низької в'язкості, в тому числі при великому розрідженні масла паливом, яке не згоріло.

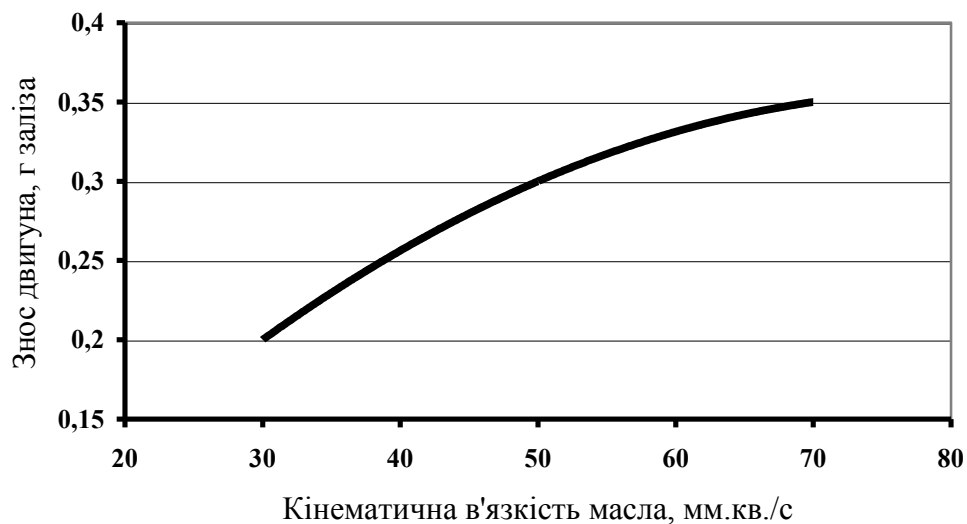


Рис. 2.5. Залежність зносу бензинового двигуна в момент пуску від в'язкості масла

Незадовільна циркуляція масла може бути викликана поганим технічним станом масляної системи, недостатньою кількістю масла в картері. Н.П. Петров встановив, що товщина масляного шару в підшипнику залежить від в'язкості масла, частоти обертання колінчастого вала, навантаження на підшипник, форми і стану поверхонь тертя. При обертанні колінчастого валу між ним і підшипником утворюється масляний клин. Під тиском цього клину вал „вспливає” в підшипнику. При цьому вал не торкається стінок підшипника і

тертя між металевими поверхнями немає. Чим вище в'язкість масла і частота обертання вала, тим товщі шар масла між валом і підшипником. Однак тут спостерігається і деяке протиріччя. З одного боку - підвищення в'язкості і частоти обертання колінчастого вала сприяє рідинному тертю, збільшенню несучої здатності масляного шару. З другого боку - підвищення в'язкості масла викликає втрати потужності на внутрішнє тертя. Це протиріччя може бути усунено підбором масла відповідної в'язкості.

Із збільшенням зазору в підшипнику і навантаженні на вал в'язкість масла повинна бути вище - для створення рідинного тертя.

Залежно від умов експлуатації двигуна, його вузлів і механізмів температурний режим масел може змінюватись в значних інтервалах, а залежно від цього змінюватися і їх в'язкість. При високих температурах масла розріджуються, а при охолодженні густіють, або взагалі втрачають рухомість. Так при зниженні температури моторних масел від 100°C до 50°C в'язкість може збільшуватись в кілька разів. В умовах мінусових температур в'язкість масла збільшується в сотні та тисячі разів. Тому при оцінці якості масел велике значення надають функціональній залежності їх в'язкості від температури (рис.2.6).

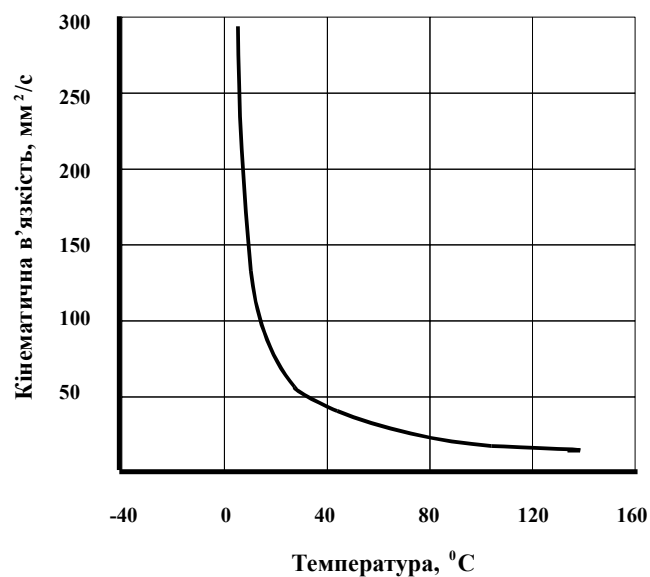


Рис. 2.6. Залежність в'язкості масла від температури

Характер зміни в'язкості залежно від температури неоднаковий для масел з різної сировини, різних засобів одержання та складу. Чим менша

в'язкість змінюється з підвищенням або зниженням температури, тим краще масло поводить в експлуатації. Тому досить важливою є оцінка змащувальних здатностей масел за в'язкісно-температурними властивостями.

У міжнародній практиці для оцінки в'язкісно-температурної характеристики масел прийнято кількісний критерій, що називається індексом в'язкості ІВ. Індекс в'язкості є умовним показником, який визначають порівнянням досліджуваного масла з двома еталонними, в'язкісно-температурні властивості одного з яких прийняті за 0, а другого за 100 одиниць. Чим вищий ІВ, тим більш полого в'язкісно-температурна характеристика і тим краще масло для експлуатації в різні періоди року.

У наш час кілька систем визначення індексу в'язкості. Найпоширеніша у світовій практиці система Діна та Левіса. У вітчизняній практиці ІВ визначають за ГОСТ 25371—82:

$$IB = \frac{\nu - \nu_1}{\nu - \nu_2}, \quad (2.4)$$

де ν — кінематична в'язкість масла, $\text{мм}^2/\text{с}$ при температурі 40°C з $IB=0$ і що має при 100°C таку ж кінематичну в'язкість, як випробуване масло;

ν_1 — кінематична в'язкість випробуваного масла, $\text{мм}^2/\text{с}$ при температурі 40°C ;

ν_2 — кінематична в'язкість масла, $\text{мм}^2/\text{с}$ при температурі 40°C з $IB=100$ і що має при 100°C таку ж кінематичну в'язкість, як випробуване масло.

З достатньою точністю ІВ можна визначити також за допомогою номограми (рис. 2.7) за даними значеннями кінематичної в'язкості в $\text{мм}^2/\text{с}$ при температурі 50 і 100°C . Залежно від марки масла та його призначення ІВ знаходиться в межах 80...130.

Наявність відомостей про величину індексу в'язкості має важливе значення в практиці використання змащувальних масел, оскільки вони необхідні для визначення можливого діапазону температур експлуатації машин

і механізмів. Разом з тим ІВ не відображує можливості використання масел в умовах низьких температур.

Тому для зимових та всесезонних масел крім ІВ додатково вказують значення кінематичної або динамічної в'язкості при негативній температурі.

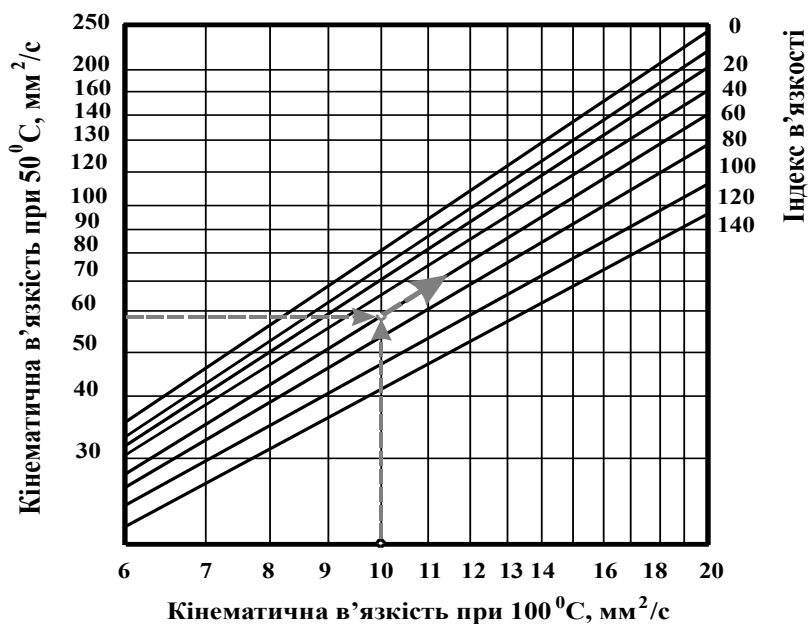


Рис. 2.7. Номограма для визначення індексу в'язкості

Індекс в'язкості нафтових масел залежить від їх фракційного та вуглеводневого складу. Чим менша в'язкість масла, тим більш полого його в'язкісно-температурна характеристика (рис. 2.8).

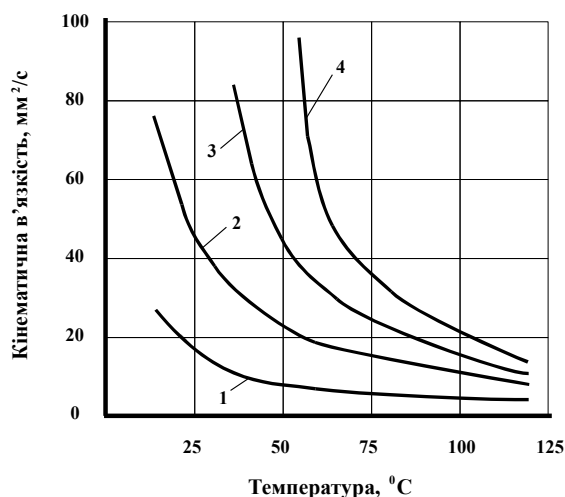


Рис. 2.8. В'язкісно-температурна характеристика масел,

що мають в'язкість при температурі 100 °C:

1 – 2,5 мм²/с; 2 – 6 мм²/с; 3 – 10 мм²/с; 4 – 20 мм²/с.

Малов'язкі масла характеризуються високим індексом в'язкості, але при високих експлуатаційних температурах їх в'язкість є недостатньою для створення умов гідродинамічного режиму мащення. Щоб забезпечити суміщення необхідної в'язкості при робочих температурах і при пологій залежності в'язкості від температури, малов'язкі масла загущують спеціальними в'язкісними (загущуючими) присадками. Масла, що містять ці присадки, називають загущеними. Як основу для цієї мети використовують масло з в'язкістю $3 \dots 5 \text{ мм}^2/\text{с}$ при температурі 100°C . У загущених маслах мала в'язкість при низьких температурах забезпечується базовим маслом, а висока в'язкість при робочих температурах — в'язкісною присадкою. Одержані, таким чином, масла мають значно пологішу в'язкісно-температурну характеристику, ніж звичайні масла, які мають таку ж в'язкість при робочій температурі (рис. 2.9).

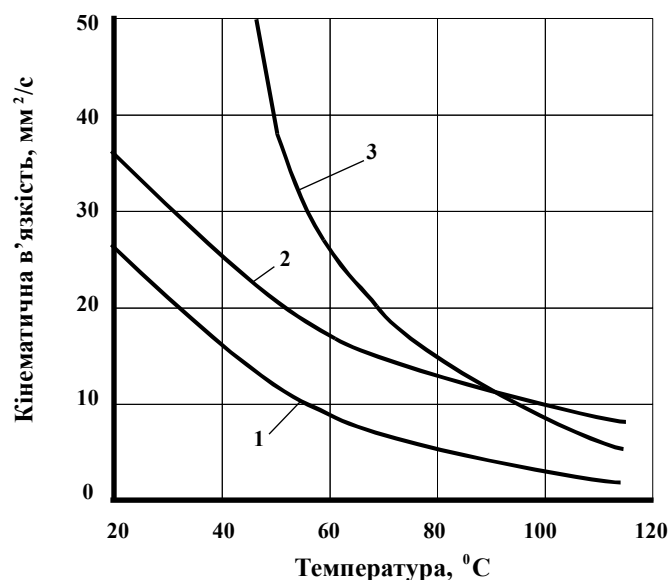


Рис. 2.9. Вплив в'язкісної присадки на в'язкість масла при різноманітних температурах:

- 1 — малов'язке масло; 2 — те ж масло з в'язкісною присадкою;
3 — дистилатне масло, рівнов'язке при 100°C із загущеним маслом.

Загущені масла поєднують у собі хороші пускові та антифрикційні властивості, що характерні для малов'язких масел при низьких температурах та хороші змащувальні властивості високов'язких масел при високих робочих температурах.

Застосування загущуючих присадок дозволяє одержати зимові та всесезонні масла. У ролі загущуючих присадок використовують різноманітні високомолекулярні полімерні та сополімерні продукти: поліізобутилені, поліметакрилати, полівінілалкілопі ефіри, сополімери олефінів, стиролдієнові сополімери.

Механізм дії в'язкісних присадок заснований на змінюванні форми та об'єму макромолекул полімерів залежно від температури масла. При високій температурі макрополімери, витягуючись у довгі розгалужені ланцюги, дають більший загущуючий, ефект, ніж знаходячись у згорнутому стані при низьких температурах, коли полімерні молекули, притягуючись одна до одної під впливом внутрішньої та міжмолекулярних адгезійних сил, витискують молекули масла в процесі згортання у клубок.

У практиці використання масел велике значення має також залежність їхньої в'язкості від тиску. В'язкість стисливих рідин збільшується у міру того, як підвищується тиск. Відносно низька стисливість мінеральних та синтетичних масел і веде до значного збільшення в'язкості при високих тисках. Цей фактор слід враховувати, бо у всіх процесах змащення масляна плівка відчуває навантаження між тертьовими поверхнями, а у гідравлічних системах масло зазнає тиску в об'ємі. Наприклад, у підшипниках дробарок і млинів питомий тиск складає 2...20 МПа, підшипниках колінчастого вала — 20...35 МПа, у втулках шатунів — 50...90 МПа, у парах кулачок-штовкач і у зубчастих передачах — 1500...3000 МПа та вище, особливо в гіпоїдних передачах.

Для прогнозування підвищення в'язкості масла користуються формулою:

$$\eta_p = \eta_0 e^{\alpha p}, \quad (2.5)$$

де η_p — динамічна в'язкість масла, Па·с, при тиску P ;

η_0 — динамічна в'язкість масла, Па·с, при атмосферному тиску;

α — п'єзокоефіцієнт в'язкості, Па⁻¹.

П'єзокоефіцієнт в'язкості залежить від групового складу масла й зростає із збільшенням у ньому ароматичних вуглеводнів. У маслах з високим індексом

в'язкості у меншій мірі збільшується в'язкість, ніж у низькоіндексних. Від п'єзов'язкісних властивостей масла залежить товщина змащувальної плівки в місці контакту, коефіцієнт тертя, а також прокачуваність масла в трубопроводах гідросистем.

Наприклад, при тиску, 35 МПа в'язкість нафтового масла подвоюється. Вже при тиску 50...100 МПа в'язкість зростає настільки, що масло втрачає властивості рідини й перетворюється на пластичне або квазітверде тіло.

Характерною особливістю мінеральних масел є застигання при зниженні температури. При застиганні втрачається властивість масла зберігати рухливість. Висока в'язкість змащувальних масел і втрата їхньої рухливості відбивається на надійності роботи машин та механізмів, особливо в момент пуску.

Температуру при якій масло втрачає текучість називають температурою застигання. Її визначають шляхом охолодження масла в пробірці доти, поки її меніск при нахилі пробірки на 45° не буде зміщатися протягом однієї хвилини.

Застигання при зниженні температури з одного боку пов'язано з виділенням з рідкої фази масла кристалів парафіну та утворенням з них структурного каркасу (структурне застигання), з другого боку викликане різким збільшенням в'язкості масла.

Зниження температури застигання досягається депарафінізацією масляних дистиляторів на нафтопереробних заводах. Процес вилучення з масла парафінів є складним і дорогим, крім того при цьому з масла вилучають цінні компоненти. Тому депарафінізацію здійснюють частково до температури застигання масла приблизно -15°C .

Поряд із вилученням високоплавких вуглеводнів доцільним є застосування присадок-депресорів, що знижують температуру застигання (АзНИИ, АзНИИ-ЦИАТИМ-1, АФК, поліметакрилат ДПМА "Д"). Присадка АзНИИ-ЦИАТИМ-1 має також додаткові властивості – миючі та антикорозійні.

Механізм дії депресорних присадок зводиться до зміни кристалічної структури парафіну, тобто запобігання утворення кристалічної решітки, що

з'являється при охолодженні масла, та запобігання таким чином його текучості при більш низькій температурі. Ефективність депресорних присадок залежить від вуглеводного складу масла. Вони більш ефективні в маслах парафінової основи. Депресори в кількості до 1,0% здатні знизити температуру застигання до 25%.

Застосування депресорів дозволяє використовувати для виробництва масел сировину різноманітного походження.

2.2.4 Хімічна стабільність та миючі властивості масел.

В процесі експлуатації змінюються хімічний склад і властивості масел. Стійкість масел проти окислювання киснем повітря (хімічна стабільність) є одним з найважливіших параметрів, що визначають поведінку масла у вузлах тертя при експлуатації, лімітують термін його служби тощо. В процесі роботи в маслі утворюються з'єднання, розчинні і нерозчинні. В результаті окислювання масла утворюються лакові та вуглисті відкладення, низькотемпературні відкладення, органічні кислоти й інші продукти. Усе це погіршує якість масел, а також порушує нормальну роботу двигуна. Глибокі зміни якості масел викликають необхідність їх заміни.

Швидкість окислювання масла залежить від його хімічного складу, умов експлуатації, технічного стану двигуна, якості палива, охолоджувальної рідини та інших факторів. В результаті правильного вибору масла, своєчасного контролю за технічним станом масляної системи автомобіля збільшується термін служби масла, скорочується витрата палива.

Окислювання масел може здійснюватися за двома основними напрямками, з утворенням нейтральних або кислих продуктів. До нейтральних з'єднань відносяться спирти, складні ефіри, альдегіди, кетони, асфальтени тощо. Спирти і складні ефіри не здійснюють негативного впливу на властивості масла. Альдегіди і кетони можуть утворювати продукти конденсації, в результаті чого з'являються низькотемпературні відкладення, які можуть збільшити в'язкість масла. До кислих продуктів, які утворюються при окисленні масла, відносяться органічні кислоти, кето- і оксікислоти, фенмасла. Утворення кислот – один з основних напрямків реакції окислювання вуглеводів масла.

Поряд з високомолекулярними кислотами (число атомів вуглецю в молекулі до 22), у продуктах окислювання можуть зустрічатися низькомолекулярні кислоти - мурашина, оцтова, пропіонова, масляна і т ін. Низькомолекулярні кислоти, активно діючи на метали, викликають їх корозію. Продуктами глибокого окислювання масел є асфальтени, карбени, карбоїди тощо.

На окислюваність масел впливають температура, поверхня контакту з повітрям (поверхня окислювання), каталітична дія деяких металів, присутність кисню повітря, води, старих продуктів окислювання. Однак основним фактором є температура. Під дією високих температур масло піддається інтенсивному окислюванню, полімеризації, конденсації, розкладанню, коксуванню. Моторні масла додатково піддаються дії нагрітих газів, що прориваються з камери згоряння в масляний картер. Відповідно до правила Вант-Гоффа, підвищення температури на 10°C прискорює реакцію окислення в 2...3 рази. З таблиці 2.9 видно, що для окислювання масла до однакової глибини при температурі 150°C необхідно в 1700 разів менше часу, ніж при температурі 50°C.

Таблиця 2.9. Вплив температури масла на процес його окислювання

Температура, °C	50	70	105	120	150
Час до появи осаду, год	10200	3300	1073	137	6

При роботі в двигуні масла піддаються впливу високих температур. Наприклад, у картері до 110 – 140°C, у зоні першого поршневого кільця до 2200 – 2300°C, а в ряді випадків до 3000 – 3300°C і більше. Підвищенню теплової напруженості деталей двигуна сприяє застосування систем охолодження двигуна з використанням всесезонних охолоджувальних рідин (антифризів). Температура масла в картері збільшується з підвищенням температури навколишнього повітря, збільшенням швидкості руху, навантаження. Так, із збільшенням швидкості легкового автомобіля з 80 до 144 км/год температура масла в картері підвищується від 110 до 130°C, при русі автомобіля з причепом температура масла зростає від 120 до 160 °C при зміні швидкості руху з 80 до 144 км/ч.

Найбільш інтенсивна окислюваність масла відбувається перші 100...150 годин роботи. На початковій стадії утворюються головним чином

продукти розщеплення пероксидів (кислоти, альдегіди, кетони та інші речовини), потім продукти більш глибокого окислювання, які випадають в осад. При температурах до 300°C в основному відбуваються реакції окислювання, а при більш високих температурах спостерігається термічний крекінг - розщеплення вуглеводнів масла. При цьому процеси протікають дуже інтенсивно і глибоко. Підвищення тиску повітря, площі зіткнення з ним прискорює окислювання масла. У камері згоряння масло піддається впливу кисню і температури до 2000 °С. Масло, що потрапило в камеру згоряння, піддається коксуванню з утворенням твердих продуктів коксу і нагару, що може бути причиною оплавлення і розтріскування поршнів, прогару випускних клапанів тощо.

У циліндро-поршневій групі створюються найбільш важкі умови для роботи масел. Тут масло знаходиться у виді тонкої плівки і піддається впливу температур 1500–3300°C від гарячих стінок циліндра і поршня, відпрацьованих газів тощо. При цьому відбувається випаровування легких фракцій масел і його глибоке окислювання.

Масло при роботі стикається з різними металами. Деякі з них можуть бути каталізаторами, тобто прискорювати процес окислювання. До таких металів відносяться в першу чергу свинець, мідь і їх сплави (табл. 2.10), відносно слабо каталізують процес окислювання цинк, олово. Каталітична дія металів змінюється в залежності від умов окислювання.

Таблиця 2.10. Вплив металів на окислювання масел (при температурі 120 °С та впливу 70 годин)

Показники	Після окислювання в присутності металів						
	Вихідне масло	Без металу	Zn	Fe	Sn	Cu	Pb
Кислотне число, мг КОН/кг	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	11,84
Осад, %	—	—	—	сліди	—	0,03	2,64

Якщо з поверхні металу видалити оксидну плівку, то такий метал як, наприклад, алюміній, стає одним із самих активних каталізаторів. У

присутності двох металів, наприклад, заліза і міді, процес окислювання здійснюється активніше, чим у присутності цих металів окремо.

В результаті окислювання масла утворюються низькотемпературні осади (шлами) і високотемпературні відкладення (нагари і лаки). Шлами являють собою не розчинні в маслі речовини, що відкладаються в картері і системі мащення. Наприклад, нагромаджуючись в мастилопроводах, шлами можуть навіть порушити або припинити доступ масла до поверхонь тертя деталей. Паливо, вода, механічні домішки, продукти (тверді) окислювання масла приймають саму особисту участь в утворенні шламів.

Особливо інтенсивне утворення шламів спостерігається при роботі двигуна на зниженому тепловому режимі, тобто при зниженні температури двигуна (по охолоджувальній рідині і маслу) до 50°C та нижче. Це пояснюється конденсацією водяних парів у картері, при прориві відпрацьованих газів з камери згоряння (рис. 2.10). Вода сприяє коагуляцію домішок і випаданню їх в осад. При знижених теплових режимах двигуна погіршується процес згоряння палива. Частина продуктів неповного згоряння палива попадає в масляний картер, забруднюючи масло і прискорюючи його окислювання. У двигунах, що працюють на етилованому бензині, у складі шламів присутній свинець, що також свідчить про участь палива в утворенні осадів.



Рис. 2.10. Залежність кількості конденсату в картерних газах на виході з двигуна і ступеня їх конденсації в двигуні від його робочих температур (по воді та маслу):

- 1 – кількість конденсату в картерних газах на виході з двигуна;
- 2 – ступінь конденсації картерних газів у двигуні.

Склад осадів непостійний і залежить від якості масла, палива, умов експлуатації, технічного стану двигуна. Склад осаду наступний: масло – 50...85%, вода – 5...35%, паливо – 1...7%, оксікислоти – 2...15%, асфальтени – 0,1...1,5%, карбени і карбоїди – 2...10%, зола – 1...8%. У двигунах, що працюють на перемінних режимах з частими пусками і зупинками (наприклад, при роботі в міських умовах), в умовах підвищеного забруднення, масло окислюється швидше, утворення шламів відбувається інтенсивніше в порівнянні з маслами в двигунах, що працюють при постійному тепловому режимі. Шламоутворення збільшується при використанні низькоякісних масел, особливо у високофорсованих двигунах (наприклад, використання масла М-8М2 замість масла М-8М2К в автомобілях КамАЗ). Крім того, на швидкість окислювання, утворення шламів впливає технічний стан двигуна. Так, у 1,35 раза збільшується кількість відкладень при збільшенні зазору в зоні поршневих кілець від 0,6 до 1,2 мм. Це пояснюється різким збільшенням прориву газів у картер.

Низькотемпературні відкладення накопичуються в каналах системи мащення, картері двигуна, на сітці, фільтрах, кришці клапанної коробки. При цьому погіршується очищення масел, спостерігається підвищений знос деталей двигуна, у першу чергу, вкладишів підшипників і шийок колінчастого вала, гільз циліндрів і поршневих кілець. Використання низькоякісного масла, інтенсивне утворення низькотемпературних відкладень – шламів веде до перевитрати палива та масла, знижує надійність двигуна.

Нагари являють собою вуглисті речовини, що відкладаються на стінках циліндра, днищі поршня. Кількість і якість утворення нагарів залежить від багатьох параметрів, у тому числі якості палива і масел. При роботі двигуна на маслах підвищеної в'язкості збільшується кількість нагару, при використанні палив і масел з підвищеним вмістом сірки – щільність нагарів. Нагари можуть бути причиною калільного запалювання і детонаційного згоряння палива в двигунах з іскровим запалюванням. Якщо двигун працює на постійному підвищеному тепловому режимі, кількість нагару знижується. При використанні низькоякісних масел, підвищенні температури збільшується

можливість залягання поршневих кілець внаслідок збільшення кількості нагарів і забруднення масел продуктами згоряння палива. Залягання кілець може бути викликано механічними домішками, що “вдавлюються” у торцеві поверхні канавки і кільця. Нагар, домішки можуть накопичуватися в зазорі між кільцем і канавкою поршня, що приводить до задирів кільця і циліндра, тому що кільце буде виступати над поверхнею поршня, до стирання (затирам) їх поверхонь. Нагари на впускних клапанах, продувних вікнах гільз циліндрів знижують коефіцієнт наповнення циліндрів, викликають перевитрату палива, знижують потужність двигуна і т.п.

Лаки — дуже щільні речовини, які утворюються в зоні поршневих кілець і на гарячих деталях двигуна. Із збільшенням температури лакоутворення підвищується. При підвищеному лакоутворенні відбувається пригорання поршневих кілець, вони не виконують свої функції, порушується герметичність між поршнем і циліндром. Лакоутворення підвищується також при використанні масел підвищеної в'язкості. Лаки, що утворюються на стержнях випускних клапанів, у ряді випадків приводять до їх заклинювання і наступної поломки та виходу з ладу двигуна.

На окисленість утворення каталітично впливає старе масло. Тому перед заправленням свіжим маслом картер і всю масляну систему необхідно промити. Промивання двигуна веде до зниження витрати палива й масла, зменшення зносу двигуна, підвищенню його надійності. У присутності старих продуктів окислення термін служби свіжого масла зменшується в 1,5...2 рази. Промивати двигун слід спеціальними промивними маслами які мають високі мастильні властивості і розчинюючу здатність. Цими якостями не володіють для промивання двигунів веретенне, трансформаторне масло, гас, дизельне паливо або суміші палив з моторними маслами. Відпрацьоване масло зливають при температурі 75...85°C, заливають промивне масло і дають попрацювати двигунові 15...20 хв. при перемінних частотах обертання колінчатого вала. По закінченні промивання промивне масло зливають і заливають свіже моторне.

У зношених двигунах масло окислюється значно швидше (особливо в двигунах, що пройшли капітальний ремонт), ніж у нових.

З метою підвищення антиокисних властивостей в масло додають антиокисні присадки. Щоб запобігти випаданню в осад продуктів окислювання масла, утворення нагарів і лаків, масла повинні володіти високими миючими властивостями. Під миючими (диспергованими) властивостями мається на увазі здатність масла утримувати нерозчинні в маслі речовини в зваженому стані, не давати можливості дрібним часточкам коагулюватися та осідати на металеві поверхні. Миючі властивості масел залежать від термоокислюючої стабільності. Чим більше працює масло, тим більше в ньому нерозчинних речовин.

При проходженні через фільтр тонкого очищення частина речовин залишається на фільтрі, а частина – в маслі (рис. 2.11).

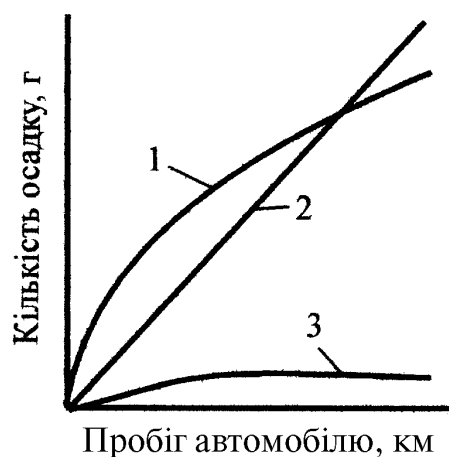


Рис. 2.11. Накопичення осаду в маслі і на фільтрі тонкого очищення при роботі двигуна.

1 – осад в маслі при роботі двигуна без фільтра; 2 – осад на фільтрі тонкого очищення;
3 – осад в маслі при роботі двигуна, обладнаного фільтром тонко очищення.

Фільтрація дозволяє різко знизити кількість відкладень у двигуні. Крім твердих продуктів окислювання при фільтрації видаляються інші тверді речовини, що потрапляють з повітрям і газами, що прориваються, продуктами зносу двигуна, що викликають абразивний знос двигуна. Масла, призначені для тяжких умов роботи, наприклад у дизельних двигунах вантажних автомобілів і автобусів, значний час працюють на режимі високих навантажень. Високі миючі властивості масла для цих умов роботи двигунів мають першочергове значення, менш важливі ці властивості для легкових автомобілів, хоча

значимість миючих властивостей для легкових автомобілів не знижується. Для поліпшення миючих властивостей масел у їх склад вводять детергентно-диспергуючі присадки.

Термоокислювана стабільність масел, їх антиокисні властивості, схильність до утворення відкладень при низьких температурах миючі властивості масел визначають спеціальними методами.

2.2.5 Низькотемпературні властивості масел.

Для масел, які працюють при низьких температурах, велике значення має їх рухомість при низьких температурах. Масла з дуже високою в'язкістю або такі, що втратили рухомість, використовувати заборонено. Низькотемпературні властивості масел залежать від хімічного складу. Втрата рухомості масел пояснюється кристалізацією високоплавких парафінових вуглеводнів. Температура втрати рухомості масел в стандартних умовах (за ГОСТ 20287-74) називається *температурою застигання*. Цей показник умовний, але ним користуються для приблизного визначення низькотемпературних властивостей робочих температур і масел. Температура експлуатації повинна бути на 20 °С вище температури застигання масла. Масло, що застигло, не тільки не потрапляє до насосу, а й не прокачується по масляній системі. На маслі, що застигло, не можливий запуск двигуна і робота, механізмів та будь-якого агрегату. Встановлено, що значення в'язкості під час пуску більш значуще, ніж температура застигання. Для пуску двигуна масло повинне мати значення в'язкості не більше 8000...9000 мм²/с для бензинових двигунів та не більше 10000...12000 мм²/с для дизельних. Якщо в'язкість масла при пуску вище цих допустимих меж, необхідно застосовувати додаткові заходи з метою полегшення пуску двигуна, тобто зменшити в'язкість масла – підігрів масла безпосередньо в картері, заправлення прогрітим маслом тощо. Як виключення, допускається розбавлення моторного масла низькокиплячим бензином перед зупинкою двигуна на тривалий час. При нагріванні масла бензин випаровується і в'язкість масла зрівнюється з початковою до розбавлення бензином. Такий пуск двигуна виправдовує себе, оскільки палива

при ускладненому запуску витрачається більше ніж бензину, який витрачається на розбавлення масла. При розбавленні масла бензином різко знижується в'язкість, що полегшує пуск двигуна, суттєво зменшуються пускові зноси двигуна. Наприклад, при добавленні до високов'язкого авіаційного масла МК-22 15% бензину марки Б-70 в'язкість масла при температурі -30°C знижується з $1,5 \cdot 10^4 \text{ мм}^2/\text{с}$ до $102 \text{ мм}^2/\text{с}$, тобто більш як в 100 разів. Бензин добавляють в моторні масла після зупинки двигуна при температурі охолоджувальної рідини близько 40°C . Після добавлення масло перемішують приблизно 1 хв. на малих обертах двигуна. В залежності від температури навколишнього повітря в масло добавляють до 10% бензину. Використання етилованих бензинів, гасу, дизельного палива для цих цілей недопустимо.

Пуск двигуна здійснюється при такій частоті обертання колінчастого валу двигуна, яка забезпечує умови для створення необхідного складу суміші для запалення. Для забезпечення таких умов велику роль відіграє в'язкість масла в момент пуску двигуна. Мінімально допустимі температури навколишнього повітря для запуску двигуна при використанні масел віповідних марок наведені нижче:

Марка двигуна	<i>Мінімальна температура пуску, $^{\circ}\text{C}$</i>
ЯМЗ-238	-10...-15
КамАЗ-740	-16...-17
“Москвичі” всіх модифікацій	-13...-14
“ВАЗ” всіх модифікацій	-23...-24
ЗМЗ-53	-16...-17
ЗИЛ-375	-18...-19
ЗИЛ-130	-20...-21

Для масел, які використовуються на Півночі, в'язкість повинна мати наступні значення (ГОСТ 21531-76):

<i>В'язкість, $\text{мм}^2/\text{с}$</i>	<i>Бензинові двигуни</i>	<i>Дизельні двигуни</i>
При 100°C , не менше	6,0	8,0
При -40°C , не більше	$19 \cdot 10^3$	$24 \cdot 10^3$

Недотримання правил пуску холодного двигуна, відсутність необхідного теплового режиму при його експлуатації приводять до значного збільшення витрати масла та палива, інколи на 20...25%. Знизити температуру застигання масел можна депарафінізацією при добавленні домішок (депресантів).

Механізм дії цих присадок на думку деяких вчених зводиться до утворення на металі захисних плівок, які перешкоджають безпосередньому впливу корозійно-активних речовин на метал. Виникнення плівок є складним процесом, характер, швидкість та глибина якого залежать від хімічного складу домішок та умов їх взаємодії з металом. Вважають, що на першій стадії процесу в результаті взаємодії антикорозійної домішки безпосередньо з металом на його поверхні утворюється захисний шар плівки, а потім на ньому під дією адсорбційних сил нарощуються нові шари.

Для кожного складу металу і домішки є визначений температурний інтервал при якому спостерігається найвища інтенсивність цього процесу. Таким інтервалом для більшості сірко- та фосфороутримуючих домішок є температура 90...120 °С. При більш низьких температурах захисна плівка відновлюється повільно, а при більш високих – вона руйнується. При цьому експериментально доведено, що при механічному руйнуванні плівки на поверхні деталі антикорозійна присадка може її відновлювати.

На думку інших вчених, механізм дії антикорозійних присадок (алкілфенолятів лужних та лужноземельних металів) може полягати у нейтралізації корозійно-агресивних продуктів, які утворилися при згорянні (особливо сірчастого палива) та окисленні масла.

В стандартах на деякі, головним чином моторні, нормують експлуатаційний показник – корозійність.

Для оцінки корозійності змащувальних масел запропоновано декілька методів, основними з яких є методи Пінкевича, НАМИ, а також Папок, Зарубіна та Захарова (скорочено ПЗЗ).

За методом Пінкевича про корозійність масла судять за втратою маси металевої пластинки (з свинцю та свинцевистої бронзи) при впливі на неї

нагрітого до 140 °С досліджуваного масла та періодичному контакті з киснем повітря протягом 50 годин випробування.

Корозійність (г/м²) досліджуваного зразка масла підраховують за формулою:

$$K = \frac{q - q_1}{F}, \quad (2.6)$$

де q - маса пластинки до дослідження, г;

q_1 - маса пластинки після 50 годин випробування, г;

F - площа поверхні пластинки, м².

Таким чином, чим більшу масу втрачає пластинка в процесі випробування, тим вище корозійність масла.

За останні роки все більше поширення отримав метод оцінки корозійності масла на приладі ДК-3 НАМИ (ГОСТ 20502-75), який дозволяє визначити потенційну і дійсну корозійність масла.

При випробуванні на потенційну корозійність свинцеві пластинки розміщують у фасонні колби в які заливають по 36,5 г досліджуваного масла. Колби закривають касетами та опускають в масляну ванну, нагріту до 140 °С. Касета з колбами обертається в масляній ванні із швидкістю 30 об/хв. При кожному оберті касети навколо осі пластини по чергово омиваються гарячим маслом та повітрям. Тривалість випробування 10 годин.

Дійсну корозійність визначають аналогічно потенційній. Різниця лише в тому, що випробування проводять не у відкритих, а у щільно закритих колбах (без доступу повітря) та дослід триває не 10 годин, а за хвилин, що виключає можливість інтенсивного окислення зразка масла під час випробувань.

Після досліду корозійність масла (г/м²) визначають за формулою 2.6.

В методі ПЗЗ використовується маслорозмірна лабораторна установка, яка імітує умови роботи масла в системі мащення двигуна. Про корозійність масла судять також за зменшенням маси свинцевих пластинок стандартних розмірів (40×20×2 мм).

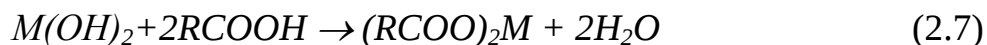
2.2.6 Протикорозійні властивості масел.

Корозія металів та особливо схильних до неї антифрикційних підшипникових сплавів характеризується послідовним протіканням цілого ряду процесів, які виражаються такими загальними ознаками: появою на робочій поверхні антифрикційного сплаву шорстких точок та плям; корозійних точок на поверхні в межах плям, що з'явилися; утворення в місцях корозійних точок невеликих поглиблених раковин; утворення тріщин, які з'єднують раковини; викришування антифрикційного сплаву по тріщинам між раковинами.

В процесі роботи різних механізмів масло окислюється, в ньому накопичуються органічні кислоти, перекиси, окисикислоти, смоляні речовини. В двигунах внутрішнього згоряння масло стикається з продуктами згоряння, в результаті в них утворюються корозійно-активні окисли сірки та кислоти.

На швидкість корозійного руйнування суттєвий вплив здійснює вода. Вона може накопичуватися в маслі при невиконанні правил перевезення, збереження та заправлення машин. Крім того, пари води потрапляють в масло під час роботи двигуна разом із газами, що прориваються в картер, які містять багато води, що утворюється при згорянні палива.

Кисень і вода, які вміщуються в маслі, можуть поєднуватися із металом деталі, утворюючи при цьому гідроокиси, наприклад $Pb(OH)_2$. В подальшому гідроокис вступає в реакцію обміну водню органічної кислоти $RCOOH$ та на метал з утворенням солей $(RCOO)_2Pb$ та води:



де M – метал.

За формулою (2.7) можна схематично представити корозію металу високомолекулярними органічними кислотами. Корозія металів і особливо найбільш схильних до неї підшипникових сплавів із кольорових металів проявляється по-різному, частіше процесами, що протікають послідовно.

Введення протикорозійних присадок призначено покращити один з визначальних показників змащувального масла – його стабільність проти

корозії. Протикорозійні присадки додають в масла, з метою виключення корозії металів, в першу чергу сплавів кольорових металів, які застосовуються в якості антифрикційних матеріалів. В якості протикорозійних присадок запропоновані різні сполучення: трибутилфосфит, трифенилфосфит, осернене масло з додаванням стесфину (АКОР-1), алкилфеноляти лужних та лужноземельних металів (присадки ДФ-1, ЛАНИ-213 тощо), ефір алкенилянтної кислоти (В 15/41) та багатокомпонентні концентрації присадок типу КП.

2.2.7 Вплив вмісту води та механічних домішок на якість масла.

Вода та механічні домішки викликають підвищений знос пар тертя, прискорюють окислення масла та збільшують його витрату. Наявність води в маслі значно впливає на його антифрикційні властивості. Вода дуже шкідлива для присадок, які під її дією гідролізуються та вимиваються. А використання масла без присадок не допустимо.

Дію води на присадки можна перевірити так. В дві чисті сухі пляшки на $\frac{1}{2}$ висоти залити свіже масло та в одну з них додати близько 10 мг води, перемішати, але без утворення емульсії. Через 10...12 годин на дні пляшки з маслом і водою з'явиться білий водно-емульсійний шар. Масло в іншій пляшці залишиться прозорим і однорідним. При зливанні з картера двигуна відпрацьованого масла дуже часто спочатку стікає бурий емульсійний розчин присадок у воді. Це означає, що в маслі була вода, яка розклала присадки. Причина потрапляння води в масло: погана вентиляція картера, порушення герметичності системи охолодження, заправлення масла разом з водою тощо.

Для визначення придатності масла достатньо провести якісний аналіз на наявність води в ньому. Якщо вода присутня і в свіжому маслі, що ще не працювало, то таке масло не придатне до використання. Визначити наявність води в маслі можна і самостійно, без приладів та без експрес-методів. Для цього потрібно в суху чисту пробірку на $\frac{1}{4}$ висоти залити якісно перемішане досліджуване масло. Дно пробірки, нахиленої під кутом 45° отвором від себе,

нагрівають сірником (попередньо, не більше трьох сірників). Поява піни свідчить про наявність води в маслі.

В період зберігання машин в маслі накопичується вода і відбувається корозійний знос деталей, яких в техніці сезонного використання в 3...5 разів більше зносу машин всесезонного використання. При великому вмісті води в маслі частина її потрапляє в підшипники колінчастого валу двигуна, де перетворюється у пару за рахунок теплоти нагрітого підшипника. Пара, в свою чергу, змиває (зриває) масляну плівку із шийки колінчастого вала та вкладиша, при цьому неминуче задирання. Використання антифризів, які володіють високою проникною здатністю, може негативно позначитися на роботі масляної системи двигуна.

Механічні домішки викликають в першу чергу механічний і абразивний знос пар тертя. До механічних домішок відносять пісок (абразив), продукти зносу та окислення, розпаду присадок, глибокого окислення масла, неповного згоряння палива тощо. Підвищений вміст механічних домішок в маслі свідчить про незадовільний стан роботи або забивання масляних фільтрів.

Визначити наявність механічних домішок в маслі, що навіть не працювало, дуже легко. Механічні домішки видно в краплині масла нанесеної на чисте сухе скло.

Практика показала, що в процесі роботи моторного масла вміст механічних домішок збільшується. Найбільш інтенсивне накопичення механічних домішок відбувається в перші 60...120 годин роботи масла, а потім процеси стабілізуються і якість утримання масляними фільтрами механічних домішок можна вважати постійним. Інтенсивне накопичення механічних домішок в перший період пояснюється процесами окислення малостабільних вуглеводнів масла із всього його об'єму в системі мащення, а в наступному цей процес протікає головним чином в мікрооб'ємах масла для компенсації тієї його частини, що згорає.

2.2.8 Протизносні та протизадирні властивості масел.

Знос різних агрегатів, вузлів, механізмів та деталей тракторів, автомобілів і сільськогосподарської техніки залежить від ряду факторів. Так, різке підвищення хімічної активності масла сприяє корозійно-механічному і хімічному зносу. Недостатнє потрапляння масла в зону тертя призводить до інтенсифікації адгезійного зносу тощо. Конструктивні особливості вузла тертя також накладають свій відбиток на характер зносу.

На процес тертя і спрацювання контактних поверхонь у машинах і механізмах великий вплив мають протиспрацювальні, протизадирні та антифрикційні експлуатаційні властивості масла. Змащувальна властивість масел є узагальненим поняттям цих їх експлуатаційних властивостей. Масла повинні мати високу змащувальну властивість, щоб знижувати втрати на тертя і запобігати або зменшувати їх спрацювання при робочих навантаженнях та швидкостях. Якщо при рідинному мащенні відповідно до гідродинамічної теорії змащувальна дія на поверхні тертьових деталей визначається в основному в'язкістю та індексом в'язкості масла, то в умовах граничного мащення вирішальне значення мають поверхнево-активні властивості масла.

В умовах тертя при граничному мащенні в результаті адсорбції поверхнево-активних компонентів масел утворюється гранична плівка, яка розділяє тертьові поверхні та перешкоджає їх контакту. Однак, плівки базових масел здатні захищати деталі від тертя та спрацювання лише при помірних навантаженнях і температурах. При навантаженнях та температурах вище критичних значень, що перебільшують міру міцності плівки, адсорбційний шар руйнується. Для підвищення змащувальної властивості масел, що застосовують в умовах високих навантажень і температур, до їх складу вводять присадки. Механізм дії присадок обумовлений двома основними факторами: адсорбцією присадок на металевих поверхнях і хімічною активністю молекул присадки по відношенню до матеріалів тертьових пар.

Утворення адсорбційного шару на поверхні металу веде до зменшення площі металевого контакту та зниження внаслідок цього спрацювання тертьових пар. Важлива значення при цьому має поведінка адсорбованих на

поверхні металу молекул присадок з підвищенням температури. Збільшення температури поверхні може привести до часткової десорбції присадки у випадку її слабого зв'язку з металом, що в свою чергу буде супроводжуватися підвищенням спрацювання пар тертя. Коли міцність зв'язку адсорбованих молекул присадки з металом досить велика, то при підвищенні температури спостерігається хімічна реакція між адсорбатом і адсорбентом, яка супроводжується модифікацією поверхневих шарів металу.

Для підвищення протиспрацювальних властивостей масел в них вводять антифрикційні присадки, тобто речовини, що мають поверхневу активність.: природні жири, жирні кислоти, їх ефіри і солі тощо. Антифрикційні присадки знижують або стабілізують коефіцієнт тертя, тим самим запобігають інтенсивному спрацюванню тертьових поверхонь при помірних навантаженнях.

Протизадирні присадки, які вводять в масла, запобігають інтенсивному спрацюванню та заїданню при надвисоких навантаженнях, підвищуючи критичне навантаження заїдання. Механізм дії протизадирних присадок такий. При високих температурах протизадирні присадки хімічно взаємодіють з металами тертьових поверхонь, утворюють сполуки, що мають менший опір зрізу та більш низьку температуру плавлення ніж чисті метали, внаслідок чого запобігається заїдання та схоплювання поверхонь.

Поділ присадок на антифрикційні, притиспрацювальні та притизадирні умовний, тому що задир є окримий випадок загального процесу спрацювання твердих тіл при терті. Протиспрацювальні та протизадирні присадки водночас підвищують антифрикційні властивості масел. В основному протиспрацювальні та протизадирні присадки містять органічні сполуки сірки, фосфору, хлору тощо (ЭФО, ЛЗ-309/2, ОТП, АБЭС, ЛЗ-23К, ИХП-14А та інші).

У моторних маслах як протизадирні застосовують присадки, що належать за основним призначенням до антиокислювальних: ДФ-11, ДФ-1, ВНИИНП-354, ДФБ.

В останній час для зниження спрацювання і тертя тертьових поверхонь в умовах високих температур та навантажень використовують добавки, що являють собою колоїдні дисперсії нерозчинених у маслі сполук

(дисульфід молібдену, графіт). Ці сполуки також називають модифікаторами тертя. У ряді випадків модифікатори тертя більш ефективні, ніж маслорозчинені присадки бо не втрачають змащувальних властивостей у більш широкому температурному інтервалі та в умовах високих контактних тисків.

2.2.9 Випаровуваність масел

Випаровуваність масел характеризується фракційним складом. Моторні масла одержують з висококиплячих фракцій нафти, тому вони в період експлуатації випаровуються незначно. Масла з вузьким фракційним складом, тобто, що википають у невеликому інтервалі температур, володіють кращими в'язкісно-температурними властивостями, більш високою температурою спалаху в порівнянні з маслами, що мають однакову в'язкість при 100 °С, але з більш широким фракційним складом. Нижні межі температури кипіння масел встановлюють у залежності від їх випаровуваності при роботі і від мастильних властивостей. В маслах, наприклад, для бензинових і газових двигунів допускається не більш 5 % фракцій, що википають до 340 °С, Ці фракції впливають на витрату масел у двигуні. Чим їх більше, тим більше витрати масла на чад внаслідок випару легких фракцій, у результаті чого зростає в'язкість масел.

Вимоги до фракційного складу дизельних масел менш тверді, чим до масел для бензинових і газових двигунів. Вміст у дизельних маслах не більш 5% фракцій, що википають до 320...325 °С, практично не збільшує витрати масел.

Верхні межі температури кипіння масел встановлюють керуючись головним чином такими вимогами, як плинність при низьких температурах і нагароутворююча здатність. Носіями високої в'язкості є ароматичні поліциклічні вуглеводні, що визначають підвищену схильність масел до нагароутворення. Із збільшенням температури викіпання масел росте в'язкість і нагароутворення. Для одержання масел з низькою схильністю до нагароутворення необхідно, щоб верхня межа фракційного складу масел не

перевищував 400°C. При більш високих температурах у залишкових масел схильність до нагароутворення збільшується. Чим менше ступінь стиску в двигуні, тим менше небезпека нагароутворення.

Регулювання фракційного складу масляної основи по верхній межі википання у сполученні з застосуванням в'язкісних присадок дозволяє одержувати масла з необхідними в'язкісно-температурними і нагароутворюючими властивостями. Використовуючи інші за призначенням присадки можна одержати якісні за всіма експлуатаційними показниками масла.

Випаровування масел у якомусь ступені характеризується температурою спалаху. За даними НАМИ (Центральний науково-дослідний автомобільний і автотранспортний інститут) для масел одного класу в'язкості, наприклад, 10 мм²/с при 100 °С, зниження температури спалаху з 250 до 218 °С викликає перевитрату масла на 10...15% внаслідок збільшення чаду в дизелі. Особливо велика витрата масла на чад спостерігається в двигунах, що пройшли капітальний ремонт.

2.3. Моторні масла.

2.3.1 Вимоги, що пред'являються до моторних масел.

Масла, що використовуються в системах мащення двигунів внутрішнього згорання, називаються *моторними маслами*. Їх головне призначення - знижувати знос деталей двигуна за рахунок створення на поверхні тертьових деталей міцної масляної плівки. Крім цього, моторні масла повинні забезпечувати ущільнення зазорів у деталях циліндро-поршневої групи, відвід тепла і видалення продуктів зносу з зон тертя, захист робочих поверхонь деталей двигуна від корозії, а також сприяти полегшенню пуску двигунів при низьких температурах. Моторні масла повинні запобігати утворенню всіх видів відкладень на деталях двигуна при його роботі на різних режимах, забезпечувати високу стійкість проти окислювання, тобто збереження

фізико-хімічної стабільності в процесі роботи, а також при тривалому збереженні. Крім того, моторні масла повинні забезпечувати мінімальну витрату при роботі двигуна і максимальний термін служби до заміни без збитку для надійності двигуна, володіти гарною в'язкісно-температурною характеристикою, високою миюче-диспергуючою здатністю.

Основою вітчизняних моторних масел є продукти, отримані в процесі перегонки нафти, головним чином, у процесі фракційної перегонки мазуту - залишку, що утворюється після одержання так званих світлих нафтопродуктів (бензину, гасу, дизельного палива й ін.). Самі по собі ці продукти володіють непоганою змащувальною дією, однак для сучасних двигунів ці властивості очевидно недостатні. Необхідний якісний рівень моторних масел досягається введенням у нафтову основу спеціальних присадок у визначених кількостях і сполученнях. Серед них найбільш важливі протизносні, протизадирні, миючі, антипінні, антиокисні. Обсяг і ефективність введених в основу присадок визначають експлуатаційні властивості і призначення кожного конкретного сорту масел.

Властивості мастильних матеріалів повинні в максимальному ступені задовольняти вимогам при їх використанні в двигуні, а також при збереженні і транспортуванні.

У загальному випадку до мастильних матеріалів пред'являють наступні основні вимоги: наявність антифрикційних і антизадирних властивостей; висока фізична і хімічна стабільність в експлуатаційних умовах роботи в двигуні; мінімальний негативний вплив на конструктивні матеріали (окислювання, науглероджування тощо); здатність захищати конструкційні матеріали від хімічних агресивних речовин (захисні властивості); здатність відводити теплоту і продукти зносу від поверхонь тертя; максимальний ресурс; мінімальна токсичність і гарні протипожежні характеристики; розвинена виробнича база, висока економічна ефективність і т.д.

Варто вказати на одну важливу самостійну функцію моторного масла - крім відводу теплоти, що виникає при терті, воно в ряді випадків (особливо у високофорсованих двигунах) повинно відводити від поршня і частково від

кілець і циліндра двигуна теплоту, передану їм при згорянні палива.

2.3.2 Склад і умови роботи моторних масел

Властивості товарного моторного масла визначаються складом, технологією переробки базового масла і функціональними властивостями присадок.

Суміш базового масла з присадкою не є цільним розчином. В маслі поряд з окремими молекулами присадки можуть бути присутніми більш великі скупчення її молекул - *мицели*. Коливання температури і наявність води збільшує кількість молекул, зв'язаних у мицели і їх розміри. При досягненні визначених розмірів мицели можуть випадати в осад і затримуватися системами очищення масел.

В залежності від вихідної сировини, використаної для одержання базового масла, моторні масла поділяють на *нафтові* (одержані перегонкою нафти) і *синтетичні*, до яких прийнято відносити базові моторні масла, одержані хімічними методами.

Для виготовлення практично всіх сучасних моторних масел використовують базові нафтові масла. Ці масла являють собою важкі, грузлі нафтові фракції з температурою кипіння понад 620°C , щільністю $820\ldots 950\text{ кг/м}^3$, практично нерозчинні у воді.

Нафтові масла складаються з вуглеводних молекул, що містять $20\ldots 70$ атомів вуглецю які володіють молярною масою від 250 до 1000 і більше.

Базові нафтові масла за способом виготовлення поділяють на три види: *дистилятні* — одержані шляхом очищення окремих дистилятів, відокремлюваних при перегонці мазуту; *залишкові* — одержані шляхом очищення залишків, що виходять при переробці гудрону, і *змішані* (компаундовані), що складаються із суміші дистилятних масел із залишковими.

Вибір базового масла визначається заданою величиною в'язкості: для малов'язких моторних масел використовують дистилятні, для середньов'язких — змішані і для високов'язких — залишкові базові масла. Дистилятні масла мають в'язкість при 373°C менше $11\text{ мм}^2/\text{с}$, залишкові — у діапазоні $15\ldots 22$

мм²/с.

Ряд найважливіших властивостей нафтових масел залежить від їх групового складу, що визначається походженням (родовищем) нафти і технологією переробки нафтопродуктів. Наприклад, масла із сірчистої нафти східних районів Росії в порівнянні з маслами з бакинської нафти мають більш високі протизносні властивості, але поряд з цим мають велику схильність до утворення відкладень. Тому нафтові масла однакової в'язкості, але різного походження мають неоднакові властивості і для їх вирівнювання необхідне введення різних кількостей і типів присадок.

Змащувальні властивості масла, у першу чергу визначаються тим, що в його склад входять полярні молекули поверхнево-активних речовин, які володіють здатністю адсорбуватися на твердих поверхнях і одночасно поєднуватися один з одним. Об'єднання може відбуватися як у напрямку, перпендикулярному осі молекул (тоді утворюються конгломерати молекул у виді пластин) так і вздовж осі (з утворенням ланцюгових структур, що складаються з довгих гнучких конгломератів молекул). Такі конгломерати молекул мають анізотропію механічних властивостей — малий опір ковзанню (зрушенню) паралельно шарам і великий опір — у напрямку, перпендикулярному шарам.

Ефективність використання моторного масла визначається можливістю оптимізації його властивостей відповідно до умов протікання робочих процесів і особливостями конструкції двигуна. При роботі в двигуні моторне масло піддається впливу високих температур і тисків у присутності кисню повітря, води і сторонніх домішок. У цих несприятливих умовах масло повинне зберігати протягом максимально можливого періоду часу свої корисні властивості. Вимоги забезпечення запуску двигуна при низьких температурах навколишнього середовища і мінімального негативного впливу масла на матеріали конструкції двигуна розширюють і поглиблюють обсяг вимог, які ставляться до цих масел.

Стосовно до конкретних умов роботи масла в двигуні поділ тертя на гідродинамічне, граничне, напівсухе і сухе носить умовний характер. На тих самих поверхнях в залежності від конкретно сформованих обставин можуть

одночасно або послідовно існувати всі ці види тертя. Найбільший вплив на працездатність масла здійснює температура. Для аналізу впливу температури в двигуні прийнято виділяти три температурні зони: *високотемпературну*, яка включає поверхню, що обмежує камеру згоряння (температура металевих поверхонь до 1100 °С); *середньотемпературну* — весь поршень, верхня частина шатуна, стінки циліндра (температура металевих поверхонь до 700 °С); *низькотемпературну* — область картера, колінчастий вал (найбільша температура до 500 °С на шатунних і корінних підшипниках). Кожна з цих зон характеризується визначеними, відмінними від інших, режимами роботи масла, впливом на нього механічних і термохімічних впливів, а отже, і вимогами, які застосовуються до властивостей моторних масел.

2.3.3 Класифікація та асортимент моторних масел

Для моторних масел встановлені позначення відповідно до ДЕРЖСТАНДАРТУ 17479.1-85. Стандарт поширюється на масла з присадками, для змащування двигунів внутрішнього згоряння (автомобілів, тракторів, сільськогосподарських і будівельних машин і т.д.), і не поширюється на масла, для авіаційних двигунів.

В основу класифікації моторних масел за ДСТ 17479.1-85 покладені дві характерних ознаки: кінематична в'язкість і якісний рівень, обумовлений сумою найважливіших експлуатаційних властивостей. За в'язкістю масла поділяються на три класи: літні, зимові, всесезонні (таблиця 2.11). Літні масла нормуються значенням кінематичної в'язкості при +100 °С, зимові - при +100 °С та при -18 °С. Всесезонні масла позначаються дробом, у чисельнику вказує клас в'язкості зимового, а в знаменнику — літнього масла.

Система позначень моторних масел включає кілька знаків: букву М (моторне), цифру, що характеризує клас кінематичної в'язкості, і букву, що позначає приналежність до групи за експлуатаційними властивостями (таблиця 2.12). Дробові цифри в чисельнику вказують клас в'язкості масла при -18 °С, а в знаменнику - клас в'язкості при 100 °С. Цифри в буквах позначають наступне: індекс "1" привласнюють маслам для карбюраторних двигунів, "2" - для

дизельних. Універсальні масла, призначені для використання як у дизелях, так і в карбюраторних двигунах одного рівня форсування, індексу в позначенні не мають. Універсальні масла, що належать до різних груп, мають подвійне позначення, у якому перше характеризує якість масла як дизельного, друге — як карбюраторного.

Таблиця 2.11. Класи кінематичної в'язкості моторних масел (ДСТ 17479.1-85)

Клас в'язкості	Кінематична в'язкість, мм ² /с при температурі	
	+100°C	-18°C, не більше
Зимові класи		
3 _з	не менш 3,8	1250
4 _з	не менш 4,1	2600
5 _з	не менш 5,6	6000
6 _з	не менш 5,6	10400
Літні класи		
6	5,6...7,0	-
8	7,0...9,5	-
10	9,5...11,5	-
12	11,5...13,0	-
14	13,0...15,0	-
16	15,0...18,0	-
20	18,0...23,0	0
Всесезонні класи		
3 _з /8	7,0...9,5	1250
4 _з /6	5,6...7,0	2600
4 _з /8	7,0...9,5	2600
4 _з /10	9,5...11,5	2600
5 _з /10	9,5...11,5	6000
5 _з /12	11,5...13,0	6000
5 _з /14	13,0...15,0	6000
6 _з /10	9,5...11,5	10400
6 _з /14	13,0...15,0	10400
6 _з /16	15,0...18,0	10400

Примітка: *- визначається за номограмою до введення в дію стандарту на визначення динамічної в'язкості при температурі нижче 0°C.

У необхідних випадках застосовують додаткові індекси: "рк" - робоче-консерваційні масла; "цл" - для циркуляційних і лубрикаторних систем мащення;

"З" — масло, що містить загущуючу присадку; "20", "30" - значення лужного числа.

Приклади, позначення моторних масел:

М-8-В₁ - буква "М" - моторне масло, цифра "8" - клас в'язкості, буква з індексом "В₁" позначає, що за експлуатаційними властивостями масло відноситься до групи В₁ призначене для змащення середньофорсованих карбюраторних двигунів;

М-10-Г₂К - буква "М"- моторне масло, цифра "10" - клас в'язкості, буква "Г" з індексом "2" означає, що за експлуатаційними властивостями воно відноситься до групи Г та призначено для змащування високофорсованих дизельних двигунів; буква "Г" свідчить про те, що масло призначене для автомобілів КамАЗ;

М-6₃/10-В - буква "М" - моторне масло, 63/10 - клас в'язкості, буква "З" означає, що масло має експлуатаційну присадку, яка поліпшує в'язкісно-температурні властивості і призначено для застосування в якості всесезонного або зимового сорту, буква "В" без індексу означає, що це масло універсальне і призначено для змащування карбюраторних і газових двигунів.

М-43/8-У₂М₂ - моторне масло класу в'язкості 43/8, призначено для використання в середньофорсованих дизелях (У₂) та високофорсованих карбюраторних двигунах (Г₁). Допускається розробка і застосування нових марок масел у межах груп, встановлених стандартом. Основними групами масел для автомобілів, сільськогосподарської техніки, дорожніх і будівельних машин є масла груп В та Г.

Таблиця 2.12. Групи моторних масел за призначенням та експлуатаційними властивостями (ДОСТ 17491.1-85).

Група мастила		Рекомендована область застосування
А		Нефорсовані карбюраторні двигуни та дизелі
Б	Б ₁	Малофорсовані карбюраторні двигуни, що працюють в умовах утворення високотемпературних відкладень і корозії підшипників
	Б ₂	Малофорсовані дизелі
В	В ₁	Середньофорсовані карбюраторні двигуни, що працюють в умовах окисленню масла і утворенню всіх видів відкладень
	В ₂	Середньофорсовані дизелі, що пред'являють вимоги до протикорозійних, протизносних властивостей масел та схильність до утворення високотемпературних відкладень
Г	Г ₁	Високофорсовані карбюраторні двигуни, які працюють в тяжких експлуатаційних умовах, що сприяє окисленню масла, утворенню усіх видів відкладень, корозії та іржі
	Г ₂	Високофорсовані дизелі без наддуву або з помірним наддувом, що працюють в експлуатаційних умовах які сприяють утворенню високотемпературних відкладень
Д		Високофорсовані дизелі з наддувом, що працюють в тяжких експлуатаційних умовах або у випадку, коли паливо вимагає використання масел з високою нейтралізуючою здатністю, антикорозійними та протизносними властивостями, малою схильністю до утворення всіх видів відкладень
Е		Лубрикаторні системи мащення циліндрів дизелів, що працюють на паливі з високим вмістом сірки

Фізико-хімічні показники якості моторних масел для бензинових, газових і дизельних двигунів приведені в таблицях 2.13 та 2.14.

Таблиця 2.13. Масла моторні автомобільні для бензинових та газових двигунів.

Показник	М-8В ₁	М-8Г ₁	М-6 ₃ /10Г ₁	М-12Г ₁
В'язкість кінематична, мм ² /с при 100 °С, в межах при 0 °С, не більше при -10 °С, не більше	8±0,5 1200 -	8±0,5 - -	10±0,5 1000 10400	12±0,5 - -
Індекс в'язкості, не менше	90	100	125	96
Вміст механічних домішок, %, не більше	Сліди			
Температура, °С Спалаху, що визначаються у відкритому тиглі, не нижче Охолодження, не більше	200 -25	210 -30	210 -32	220 -20
Лужне число, мг КОН на 1 кг масла, не менше	4,0	8,5	10,5	8,5
Вміст води, %, не більше	Сліди			
Корозійність на пластинках із свинцю, г/м ³	10	Відсутній		

Таблиця 2.14. Масла моторні для автотракторних дизелів

Показник	Група В ₂		Група Г ₂			
	М-8В ₂	М-10В ₂	М-8Г ₂	М-10Г ₂	М-8Г ₂ К	М-10Г ₂ К
В'язкість кінематична, мм ² /с при 100°C, в межах при 0°C, не більше	8±0,5 1200	11±0,5 -	8±0,5 1200	11±0,5 -	8±0,5 1200	11±0,5 -
Індекс в'язкості, не менше	90	90	90	90	95	90
Вміст механічних домішок, %, не більше води	0,015 Сліди	0,015 Сліди	0,015	0,015	0,015	0,015
Температура, °C спалаху, що визначаються у відкритому тиглі, не нижче охолодження, не більше	200 -25	205 -15	200 -25	205 -15	200 -30	205 -15
Лужне число, мг КОН на 1 кг масла	3,5	3,5	6,0	6,0	6,0	6,0

У перспективі для високофорсованих дизелів з наддувом, що працюють у особливо тяжких умовах, повинні використовуватися високоякісні масла, наприклад, групи П. У табл. 2.15 дані рекомендації з застосування масел для сучасних автомобілів і сільгосптехніки. Масла групи Г – М-8М₂К та М-10М₂К - призначені для дизелів з наддувом (буква “К” — позначення автомобілів сімейства КамАЗ), заміні не підлягають. В даний час вони є кращими маслами для дизелів.

Економічно доцільно збільшити випуск і відповідно використовувати загущені масла та масла поліпшеної якості. Збільшення виробництва високоякісних масел дозволить скоротити їх асортимент, одночасно значно зменшивши витрату. Такими маслами в даний час є мала групи Г (для дизелів — М-8М₂К та М-10М₂К).

Таблиця 2.15. Рекомендації по застосуванню сучасних моторних масел

Марка масла	Марка автомобіля, трактора, комбайна	Замінник масла*
Масла для бензинових і газових двигунів		
М-8Б ₁ (всесезонне)	ЗМЗ-53, Москвич-408 та ін.	М-8В ₁
М-8В ₁ (всесезонне)	ГАЗ-53, ГАЗ-53А, ЗИЛ-130, ЗИЛ-131, Урал-375, УАЗ-451 та ін.	Взимку – М-8Г ₁ Влітку – М-12Г ₁
М-8Г ₁ И або М-8Г ₁ (зимове)	ГАЗ-24, Москвич-412	немає
М-10Г ₁ И або М-6з/10Г ₂ (всесезонне) М-12Г ₁ И чи М-12Г ₁ (літнє)	ВАЗ-2101, ВАЗ-2102 та їх модифікації	-
Масла для дизельних двигунів		
М-8В ₂ (зимове) М-10В ₂ (літнє)	БелАЗ-540, МАЗ-500А, МАЗ-503А, МАЗ-504А, КрАЗ-255Б та ін., трактори і комбайни: Д-22, Д-37М, Д-37Е, Д-50	Взимку – М-8Г ₂ Влітку – М-10Г ₂
М-8Г ₂ (зимове)	Великовантажні автомобілі БелАЗ-548А, МАЗ-537, МАЗ-343, МАЗ-515Б, Раба-МАН, “Вольво” та інша зарубіжна техніка, трактори і комбайни: СМД-60, СМД-62, СМД-64, Д-130, Д-144 та ін.	Взимку – М-8Г ₂ К Влітку – М-10Г ₂ К
М-8Г ₂ К (зимове) М-10Г ₂ К (літнє)	Автомобілі сімейства КамАЗ, автобуси “Икарус”, сільгосптехніка з двигунами КамАЗ, автомобілі ЛиАЗ	Відсутній

Примітка: * - строк служби замінників в 1,5...3,0 рази більший в порівнянні із строком служби рекомендованих масел.

2.3.4 Відомості про закордонні моторні масла

У закордонних країнах моторні масла поділяються на різні сорти в залежності від їх в'язкості (класифікація SAE) і умов застосування (класифікація API).

Відповідно до класифікації SAE моторні масла поділяються на сорти, кожний з яких позначається номером, що характеризує в'язкість масла. Для зимових масел (SAE5W, 10W, 20W) регламентується в'язкість при -18°C (0°F), а для літніх (SAE20, 30, 40, 50) — в'язкість при 99°3 (210°F). Всесезонні масла, відповідно до класифікації SAE, маркуються подвійним номером, наприклад, SAE 10W/30. Це означає, що дане масло за в'язкістю при -18 °C відповідає

сорту SAE 10, а при 99°C — сорту SAE-30.

У США, країнах ЄЕС, Японії, Австралії, Канаді і ряді інших країн введена в дію нова класифікація SAEJ300e (таблиця 2.16), відповідно до якої масла розділяють на зимові (позначаються буквою W та включають 6 класів) і літні (включають 4 класи).

Таблиця 2.16. Зарубіжна класифікація моторних масел за в'язкістю (SAEJ300e)

Клас за SAE	В'язкість МПа·с*	Гранична температура прокачування, °C**	Кінематична в'язкість, мм ² /с (при 100°C)***	
			не менше	не більше
0W	3250 при -30°C	-35	3,8	-
5W	3500 при -25°C	-30	3,8	-
10W	3500 при -20°C	-25	4,1	-
15W	3500 при -15°C	-20	5,6	-
20W	4500 при -10°C	-15	5,6	-
25W	6000 при -5°C	-10	9,3	-
20	-		5,6	9,3
30	-		9,3	12,5
40	-		12,5	16,3
50	-		16,3	21,9

Примітка: * - на приборі CCS (за модифікаційним методом ASTM D2602);

** - за методом ASTM D3829;

*** - за методом ASTM D445.

За цією класифікацією для зимових масел регламентуються три показники: мінімальна кінематична в'язкість при 100 °C; динамічна в'язкість при низькій температурі і граничній температурі прокачування моторних масел. Для літніх масел регламентується мінімальна і максимальна кінематична в'язкість при 100°C. Класифікація включає моторні масла 10 класів, що відрізняються між собою в'язкісно-температурними характеристиками. Виробництво всесезонних моторних масел класифікація не обмежує, і вони можуть випускатися з різними в'язкісно-температурними характеристиками за умови одночасного задоволення нормам в'язкості одного з літніх і одного з зимових сортів моторних масел.

Пряме порівняння в'язкісно-температурних характеристик зимових і всесезонних моторних масел за класифікацією SAEJ300e і вітчизняної за ДСТ 17479.1-85 важко в зв'язку з розходженням у методиках оцінки в'язкості при

низькій температурі і наявністю показника граничної температури прокачуваності масел в класифікації SAE300e.

Відповідно до класифікації API (Американський нафтовий інститут), запропонований у 1947 р. моторні масла поділяються на три групи: рядові (regular), преміальні (premium) і для тяжких умов роботи (heavy duty). До першої групи відносяться масла, призначені для бензинових і дизельних двигунів, які працюють у легких умовах експлуатації (в даний час ці масла практично не знаходять застосування). Масла другої групи призначені для двигунів середньої напруженості. Масла третьої групи використовуються для тяжких умов роботи. З появою більш форсованих двигунів були розроблені нові більш якісні сорти. Вони одержали найменування: масла Серії 1 (Supplement 1), Серії 2 (Series 2) і Серії 3 (Series 3). Масла Серії 1 призначаються для двигунів підвищеної напруженості, у тому числі і для дизелів, що працюють на паливі зі вмістом сірки до 1%. Масла Серії 2 рекомендуються для дизельних двигунів підвищеної напруженості, які працюють з наддувом, але на паливі із вмістом сірки до 0,4%. Масла Серії 3 призначені для дизелів, які працюють в особливо складних умовах (з наддувом і на паливі із вмістом сірки до 1%).

У 1980 році затверджена нова класифікація API, яка прийнята в багатьох закордонних країнах. Відповідно до цієї класифікації роботи двигунів ув'язані із експлуатаційними властивостями масел (таблиця 2.17).

За цією класифікацією умови застосування масел позначаються двома буквами: перша характеризує тип двигуна (S - бензиновий, D - дизельний); друга (A, U, Z, D, E, F) - рівень експлуатаційних властивостей моторних масел.

У таблиці 2.18 приведені порівняння позначень, прийнятих у класифікації API в різні роки, а також специфікації, що регламентують якість моторних масел, що випускаються в США для наземної техніки.

Таблиця 2.17. Класифікація умов застосування масел API

Позна-чення	Умови застосування мастил	Характеристика масла
<i>Дизелі</i>		
CA	Двигуни, що працюють в легких умовах експлуатації на високоякісному паливі	Володіє миючими, протикорозійними і протизносними властивостями, необхідними для забезпечення роботи бензинових двигунів та дизелів без наддуву, що експлуатуються на малосірковому паливі (масла за специфікацією MIL-L-2104A)
CB	Двигуни без наддуву, які працюють в умовах експлуатації середньої напруженості на паливі з підвищеним вмістом сірки	Володіє миючими, протикорозійними і протизносними властивостями, необхідними для забезпечення роботи дизелів без наддуву, що експлуатуються на сірковому паливі (масла за специфікацією MIL-L-2104A Сапплемент 1)
CC	Двигуни з помірним наддувом, які працюють в тяжких умовах експлуатації	Володіє миючими, протикорозійними властивостями, а також властивістю попереджувати утворення низькотемпературних відкладень та іржі деталей двигунів (масла за специфікацією MIL-L-2104B)
CD	Двигуни з наддувом, які працюють в тяжких умовах експлуатації і на паливі з підвищеним вмістом сірки	Володіє високими миючими, протикорозійними і протизносними властивостями, необхідними для забезпечення роботи дизелів з наддувом, які експлуатуються на сірковому паливі (масла за специфікацією MIL-L-45199B серії 3)
Бензинові двигуни		
SA	Двигуни, які працюють в дуже легких умовах експлуатації	Без присадки або з добавкою депресорної та противопінної присадки
SB	Двигуни, які працюють в легких умовах експлуатації	Володіє антиокислюючими, протикорозійними і протизадирними властивостями, необхідними для забезпечення роботи двигунів старої конструкції
SC	Двигуни, які працюють в умовах експлуатації середньої напруженості	Володіє миючими, протизносними і протикорозійними властивостями, а також властивістю попереджувати утворення низькотемпературних відкладень і іржі деталей двигунів
SD	Двигуни, які забезпечують підвищені вимоги до якості масла, які працюють в умовах експлуатації середньої напруженості	Володіє підвищеними миючими, протизносними і протикорозійними властивостями, а також властивістю попереджувати утворення низькотемпературних відкладень і іржі деталей двигунів
SE	Двигуни, які забезпечують підвищені вимоги до якості масла, які працюють в умовах експлуатації середньої напруженості	Володіє високими антиокислюючими, миючими, протизносними і протикорозійними властивостями, а також властивістю попереджувати утворення низькотемпературних відкладень і іржі деталей двигунів
SF	Двигуни, які забезпечують особливо високі вимоги до якості мастила та працюють в умовах експлуатації середньої напруженості	Володіє високими антиокислюючими, миючими, протизносними і протикорозійними властивостями, а також властивістю попереджувати утворення низькотемпературних відкладень і іржі деталей двигунів

Таблиця 2.18. Співставлення позначень в класифікації API

Умови застосування масел за класифікацією API, що прийняті в 1980 р.	Специфікації, які регламентують якість моторних масел, що випускаються в США
Дизелі	
CA	MIL-L-2104A
CB	MIL-L-2104A Сапплемент 1
CC	MIL-L-2104B*; MIL-L-46152**; MIL-L-45162B***
CD	MIL-L-45199B, Серія 3; MIL-L-2104C****
Бензинові двигуни	
SA	-
SB	-
SC	“Форд M2C 101-A”
SD	“Форд M2C 101-B”
SE	“Форд M2C 143-A”
SF	“Форд M2C 153-B”

Примітка: * - універсальні масла (SC/CC); ** - універсальні масла (SE/CC);
*** - універсальні мастила (SF/CC); **** - універсальні мастила (CD/CC).

У США і західноєвропейських країнах частка масел для автомобільних та тракторних двигунів складає більш 50% від загального обсягу виробництва. В асортименті закордонних масел відбуваються значні зміни внаслідок жорсткості умов роботи масел в сучасних двигунах і в зв'язку з цим підвищуються вимоги до якості моторних масел. Наслідком цього розроблені довго працюючі масла для автомобільних бензинових двигунів, а також універсальні масла, придатні для використання як у форсованих автомобільних дизельних двигунах, так і у бензинових двигунах. Універсальні масла однаково ефективно перешкоджають утворенню на деталях двигунів як високотемпературних, так і низькотемпературних вуглеводних відкладень.

Якість масел США та Англії для автомобільних і тракторних двигунів регламентується специфікаціями MIL-L-2104B і MIL-L-45199A (США); DE 2101B DE 2101C, DE 2101D и BS 1905/1965 (Англія). Аналогічні специфікації є й у інших країнах (Франції, Канаді, Бельгії, Австралії тощо). В таблиці 2.19 приведена специфікація MIL-L-2104A на масла типу heavy duty, призначені для бензинових і дизельних двигунів.

Таблиця 2.19. Вимоги специфікації MIL-L-2104A до фізико-хімічних властивостей масел

Показники	SAE 10W	SAE 30	SAE 50
В'язкість, сст при температурі 99°C -18°C*	5,44...7,29 2600	9,65...12,98 43000	16,83...22,75 -
Індекс в'язкості	-	-	75
Температура, °C: спалаху охладження	182 -29	199 -18	204 -9

Примітка: * - визначається екстраполяцією.

2.3.5 Взаємозамінність масел.

Якщо відсутні масла необхідної марки, при їх заміні варто дотримуватися рекомендацій заводів-виготовлювачів, але ніколи не робити заміну маслами більш низької якості. Загальне правило при заміні масел таке: масла заміняють рівнов'язкими за якістю групою вище. Наприклад, при відсутності масла марки М-8В₂ його замінюють маслом М-8М₂, збільшивши термін служби останнього в 1,5...3 рази в залежності від умов експлуатації. Чим вища група масла, тим вищі його нейтралізуючі властивості. Але з підвищенням групи масла збільшується його зольність; зольність масел для дизелів вище зольності масел для бензинових і газових двигунів (навіть у межах однієї групи). Підвищення зольності масел може викликати збільшення кількості відкладень у камері згоряння, погіршити роботу свічок у двигунах з іскровим запалюванням, підвищити схильність до калільного запалення, збільшити можливість прогару поршнів, знос циліндро-поршневої групи. Чутливість різних двигунів до зольності масел неоднакова і залежить від багатьох факторів (такими факторами можуть бути температура, підвищення якої веде до інтенсифікації нагароутворення, режим роботи двигуна тощо). Оскільки в камері згоряння бензинових двигунів температура вище в порівнянні з дизелями, тому не можна використовувати дизельні масла для бензинових двигунів (наприклад, масла для автомобілів КамАЗ – М-8М₂К та М-10М₂К для автомобілів сімейства ВАЗ). У таких випадках, як правило, двигун продовжує працювати при виключеному запаленні, що свідчить про

виникнення калільного запалення. А це спричиняє підвищений знос двигуна, перевитрату палива, підвищення токсичності відпрацьованих газів тощо.

Не дозволяється змішувати масла різних груп. Для змішування необхідно знати весь комплекс присадок, що входять в масла, які змішуються. Тому що при змішуванні масел часто спостерігається несумісність присадок.

У США і ряді інших країн для масел використовується класифікація API, що поділяє їх тільки за умовами та областю застосування. Клас в'язкості вказується відповідно до класифікації SAEJ300e.

Відповідно до класифікації API масла поділяються на дві категорії: S-категорія сервісу, призначена для легкових транспортних засобів, які використовуються в сфері обслуговування, тобто переважно бензинові і газові двигуни, і D – комерційна категорія, призначена для двигунів автомобілів, що здійснюють комерційні перевезення, для тягачів, будівельно-дорожніх машин, тобто переважно для дизельних двигунів. У залежності від умов роботи в кожній категорії масла поділяються на класи і позначаються двома буквами латинського алфавіту, які вказують категорію і клас масла. Універсальні масла мають маркування двох класів різних категорій, наприклад, SC/CB. Зразкова відповідність груп моторних масел за ГОСТ 17479.1-85 класам API показаний у таблиці 2.20.

Таблиця 2.20. Співвідношення масел різних класифікацій

Україна	Країни СЕВ	API
Б ₁	В ₁	SC
Б ₂	В ₂	CA
В	С	SD/CB
В ₁	С ₁	SD
В ₂	С ₂	CB
Г	D	SE/CC
Г ₁	D ₁	SE
Г ₂	D ₂	CC

Співвідношення класів в'язкості моторних масел за ГОСТ 17479.1-85 та SAEJ300e приведено в таблиці 2.21.

Таблиця 2.21. Співвідношення класів в'язкості масел за ГОСТ 17479.1-85 SAEJ300e

ГОСТ 17479.1-85	SAEJ300e
6	20
8	20
10	30
12	30
3 _з /8	5 _w /20
4 _з /6	10 _w /20
4 _з /8	10 _w /20
4 _з /10	10 _w /30
5 _з /10	15 _w /30
6 _з /10	20 _w /30

Зниження в'язкості масла веде до зниження витрати палива. Наприклад, переведення автомобілів з масла SAE 30 на масло SAE 20W зменшує витрату палива на 3,5%, а з масла SAE 30 на масло SAE 10W – на 6%. Застосування загущених масел дозволяє одержати значну економію палива, використання масел «Мобил-1» (синтетичне SAE 5W/20), Ессо Голд (SAE 10W/40 з дисульфідомolibденом), Арко Графіт (SAE 10W/40 з колоїдальним графітом) знижує витрату палива на 4...5%.

В таблиці 2.22 приведені приклади взаємозамінності вітчизняних і закордонних моторних масел.

2.3.6 Спрацьованість та заміна масел

В зв'язку з підвищенням потужності двигунів, зміною їх конструкції, ускладненням експлуатації умови роботи масел в сучасних двигунах стали більш жорсткими. Однак терміни заміни масел безупинно збільшуються завдяки поліпшенню їх якості. Передчасна зміна масел економічно недоцільна, оскільки збільшується їх витрата, витрати на технічне обслуговування, на запасні частини і тощо. Невиправдане збільшення термінів служби масел приводить до підвищеного зносу деталей двигуна, що знижує його надійність і збільшує рівень відмов в його роботі. Визначення оптимальної періодичності заміни масел є трудомісткою тривалою роботою, має важливе економічне і технічне значення.

Таблиця 2.22. Взаємозамінність вітчизняних та зарубіжних моторних масел

Марка автомобіля	Марка масла			
	Україна	British pertroleum	Mobil	Shell
ВАЗ-2101 та його модифікації, ГАЗ-24 та його модифікації, ЗАЗ-968, 968М та ін.	М-8Г ₁ або М-8Г ₁ И, М-6 ₂ /1-Г ₁ або М-10Г ₁ И, М-12Г ₁ або М-12Г ₁ И	BP Energol HD 20W; 30; BR Super Viscostatic 10W/30	Mobil-HD 20W/20; 30; Mobil Super 10W/50 Mobil Spezial 10W/30	Shell X-100 20W; 30; Shell Super Motor Oil 10W/30 Shell Rotella TX20W; 30\$ 10W/30
Москвич: 1360, 2136, 2138, 2133, 2733 та ін. ЗИЛ-130, ГАЗ-53 та ін.	Те ж або М-8В ₁ М-8В ₁ , М-6 ₃ /10В ₁ , М-12Г ₁	BP Energol HD 20W; 30; BP Energol HD 10W; 20W; 30 BP Super Viscostatic 10W/30	Mobil-HD 20W/20; 30; Mobil-HD 10W; 20W; 20; Mobil Spezial 10W/30	Shell X-100 20W; 30 Shell Rotella S20W; 30; Shell X-100 10W; 20W; 30; Shell Rotella S10W; 20W; 30; Shell Rotella M10W/30
МАЗ-500, МАЗ-503, КрАЗ-255, КрАЗ-256 та ін. БелАЗ-548А та ін.	М-8В ₂ М-10В ₂ М-8Г ₂ М-10Г ₂	BP Vanellus 20W; 30	Mobil Delvac 1120, 1130	Shell Rotella чи Rotella S20W; 30
КамАЗ та його модифікації	М-8Г ₂ К М-10Г ₂ К	Те ж та BP Vanellus Multigrade 10W/30	Те ж та Mobil Delvac Spezial 10W/30	Shell Rotella TX 20W; 30 та 10W/30

Періодичне додавання масел в процесі експлуатації частково відновлює його первинні властивості. Через визначений час масло підлягає повній заміні. Періодичність заміни залежить від властивостей масла, типу двигуна, його технічного стану, умов експлуатації, технічного стану масляної системи, способу фільтрації, палива, класності водія та інших параметрів. Необхідність повної заміни обумовлена втратою основних експлуатаційних якостей, тобто старінням масел. Основною причиною спрацювання (старіння) масел, як зазначалося раніше, є окислюваність масел і спрацюваність присадок (рис. 2.12). Крім цього, відбувається забруднення масел твердими продуктами окислювання, вуглеводними частинками, пилом, піском, що потрапляють в масло ззовні, металевими частинками, що утворюються в результаті зносу деталей двигуна, і продуктами корозії металів, незгорілим паливом, сірчистими з'єднаннями, що містяться у відпрацьованих газах, водою, утвореною при конденсації відпрацьованих газів, або потрапляє ззовні з повітрям, а також випари легких фракцій масел.

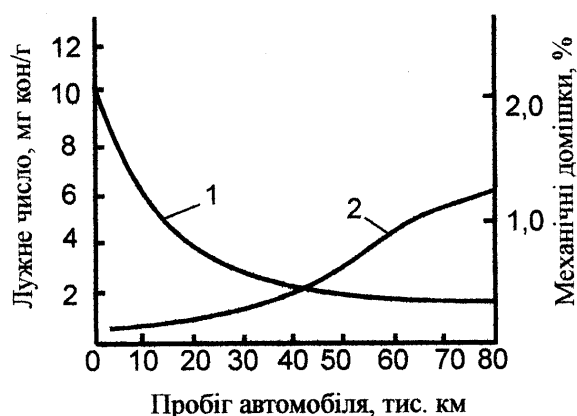


Рис. 2.12. Старіння моторного масла М-63/10М₁
в умовах міської експлуатації легкового автомобіля:
1 — лужне число; 2 — механічні домішки.

Забруднення масла відбувається в процесі його транспортування, збереження і заправлення. Кількість механічних домішок в маслі може складати 0,2%. При такому забрудненні під час заправлення двигуна автомобіля кількість нерозчинних в маслі механічних домішок досягає 10 р.

Домішки потрапляють ззовні і утворюються в процесі експлуатації масел, змінюють характер тертя, засмічують масляні фільтри і канали,

збільшують температурний режим роботи деталей двигуна, викликають їх підвищений знос.

Забруднення масел домішками викликається підвищенням прориву газів у масляний картер, а також продуктами неповного згоряння палива (табл. 2.23). Підвищений зміст механічних домішок в маслі свідчить про поганий технічний стан системи фільтрації. В результаті використання повнопоточного тонкого очищення моторного масла знос основних деталей двигуна знижується в 2...3 рази і значно збільшується термін служби моторного масла.

Таблиця 2.23. Вміст забруднюючих домішок в маслі, прорив газів в картер та угар масла в бензиновому двигуні різноманітного ступеня зношеності

Технічний стан двигуна	Вміст забруднюючих домішок в мастилі, %	Середній прорив газів в картері, м ³ /год	Середній угар мастила, г/год
Новий	1,22	1,6	63
Зношений	3,84	6,0	258
Зношений після зміни поршнів та кілець	2,78	3,6	171

Сучасні двигуни характеризуються зменшенням обсягів масляної системи, що збільшує продуктивність масляних насосів і кратність циркуляції масла в двигуні. Останнє підвищує насичення масла повітрям, що у свою чергу веде до збільшення швидкості окислювання масла і підвищенню зносів (рис. 2.13).

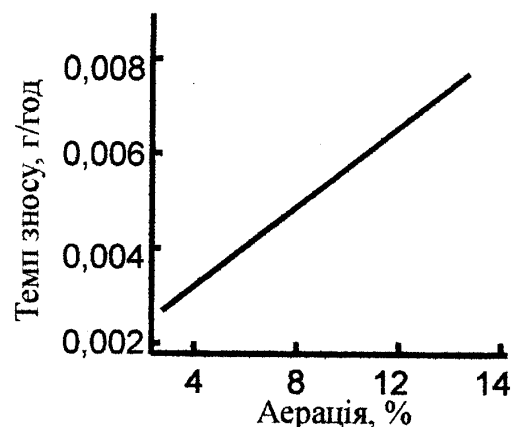


Рис. 2.13. Темп зносу вкладишів підшипників колінчастого вала автомобільного двигуна в залежності від його аерації.

Поряд з експлуатацією на форсованих режимах для багатьох автомобілів характерна робота двигуна з частими зупинками, тривалою

роботою на холостому ході. У міських умовах двигуни працюють близько 80% часу на часткових навантаженнях. При такій експлуатації, особливо в зимовий період, двигуни працюють на низькотемпературних режимах. Наприклад, в міських умовах при температурі навколишнього повітря -10...-15 °С та поїздки на відстань до 12...20 км температура охолоджувальної рідини в системі охолодження складає близько 50 °С. При знижених теплових режимах роботи двигуна збільшується швидкість утворення низькотемпературних осадів, забруднення масла внаслідок неповного згоряння палива і підвищеної конденсації водяних парів.

Тривала робота двигуна на знижених режимах приводить до забруднення поршнів, кілець, підвищеній витраті масла внаслідок збільшення його чаду. Відносна витрата масла в залежності від стану маслосійомних кілець і зношеності двигуна приблизно наступний, %:

Двигун

- новий, після обкатування	100
- новий із забитими прорізами маслосійомних кілець	460
- зношений	722
- зношений із забитими прорізами маслосійомних кілець	4408

Істотний вплив у дизелях на утворення вуглеводних і інших відкладень здійснює паливо. У відпрацьованих газах дизелів, міститься значна кількість сажі. Кількість сажі, що потрапляє в масло, наприклад, у двигуні типу ЯМЗ-238 за 200 годин роботи може скласти від 60...70 до 500...600 гр. Чим гірший технічний стан двигуна, тим більше сажі міститься у відпрацьованих газах і тим більше потрапляє її в масло.

Склад, а також кількість відкладень на деталях двигуна веде до серйозних порушень у його роботі і може служити причиною виходу з ладу.

Вплив палива на кількість органічних відкладень в маслі різко зменшується при роботі двигуна на газоподібному паливі. Так, домішок в маслі дизельних двигунів у 5 разів більше, ніж у бензинових і в 10...20 разів більше, ніж в маслах двигунів, які працюють на газоподібному паливі. За даними НАМИ, в маслі двигуна, що працює на газоподібному паливі, після 10000 км пробігу домішок значно менше, ніж після 5000 км пробігу того ж автомобіля,

що працює на бензині; в маслі автомобіля, що працює на газоподібному паливі, після 5000 км пробігу кількість домішок складала 0,4%.

Старіння масла призводить до закоксовування поршневих кілець, їх пригорання, втрати рухливості; підвищення температури деталей циліндро-поршневої групи через погіршення тепловідводу; заклинювання клапанів у направляючих втулках; прогару клапанів; зменшення прохідного перетину впускного і випускного трактів; забруднення сіток маслоприймачів насосів, фільтрів, масляних каналів системи мащення, дренажних отворів у маслозійомних кільцях і поршні; зміні в'язкості масла; підвищення корозійного зносу деталей циліндро-поршневої групи; абразивного зносу деталей твердими часточками домішок; корозії підшипникових сплавів та іржавінню залізовмісних деталей.

Фільтруючі елементи, вентиляція картера сповільнюють, але не запобігають старінню масел. Періодичність заміни масел встановлюється на основі ретельного вивчення експлуатаційних властивостей масел, їх заміни в процесі експлуатації. В останні роки автотракторний парк істотно модернізований, використовуються якісні нові масла. Прийнята в даний час періодичність зміни масел недостатньо теоретично і практично обґрунтована, тому що лише частково враховує досвід експлуатації нової техніки. Тому потрібно коректування термінів заміни масел, встановлюваних заводом-виготовлювачем, після накопичення і вивчення достатніх експлуатаційних результатів. Встановлення термінів заміни масел за зміною кольору в даний час не представляється можливим. Масло чорніє через кілька десятків годин роботи внаслідок припрацювання присадок. Незважаючи на чорний колір, масло володіє високими експлуатаційними показниками якості.

Для повсякденного контролю за якістю працюючого масла не годяться такі методи, як визначення наявності продуктів зносу і визначення лужності, хоча ці аналізи є найбільш обґрунтованими і достовірними для визначення стану спрацювання масел.

Терміни роботи масел встановлюються виходячи з економічної і технічної доцільності. Тривалість роботи масел в двигунах, що працюють на

газоподібному паливі, у вдвічі більша в порівнянні з тривалістю роботи масел у двигунах, які працюють на рідкому паливі. При роботі двигуна на етилованому бензині термін служби моторного масла знижується в 1,5...2 рази в порівнянні з терміном служби масла, що працює в двигуні на неетилованому бензині.

Згідно з наказом Міністерства транспорту України №48 від 10.05.90 р., встановлені тимчасові норми витрати моторних масел для автомобільного транспорту. Норми витрати масел (літрів) на 100 літрів витрати рідкого палива і зрідженого нафтового газу та 100 м³ стиснутого природного газу наступні:

1. Автомобілі, що працюють на бензині, зрідженому нафтовому і стиснутому природному газі – 2,4;
2. Автомобілі, що працюють на дизельному паливі – 3,2;
3. Автомобілі, обладнані гідромеханічними коробками передач (БелАЗ, МоАЗ) – 5,9.

При цьому, для автомобілів Волзького автомобільного заводу всіх марок норма витрати моторних масел встановлюється в розмірі 0,8 літра на 100 літрів загальної витрати палива. Норми витрати моторних масел знижуються для автомобілів (крім автомобілів ВАЗ), що знаходяться в експлуатації до трьох років, на 50% і збільшується для автомобілів, що знаходяться в експлуатації після восьми років - до 20%.

2.4. Трансмісійні масла

2.4.1 Умови роботи та вимоги до трансмісійних масел.

Область використання трансмісійних масел досить широка. Їх використовують в коробках передач, ведучих мостах, бортових передачах, роздаточних коробках, механізмах рульового керування тракторів, комбайнів, самохідних шасі, автомобілів. Основні призначення трансмісійних масел ті ж що і в моторних: зниження зносу зубчастих зачеплень, зменшення затрат енергії на подолання тертя, відвід тепла від деталей і запобігання корозії. Крім цих основних функцій вони повинні знижувати дію ударних навантажень,

зменшувати шум та вібрацію шестерень, ущільнювати зазори в сальниках і різних з'єднаннях.

В тракторо- і автобудуванні ширше впроваджують гідротрансмисії, в яких масло служить робочим середовищем, яке передає крутний момент від двигуна на ведучі системи машин. Крім того, спеціальними маслами заповнюють різні регулюючі пристосування.

Трансмисійні масла працюють в умовах високих питомих тисків і швидкостей ковзання в широкому діапазоні температур. В зубчастих передачах зниження тисків в зоні зачеплення складає 200...600 МПа, у спіральньо-конічних передачах – 1000...2000 МПа. Особливо тяжкі умови роботи масел в гепоїдних передачах. В цих передачах наряду з великим значенням питомих напружень – близько 4000 МПа проходить відносно ковзання зубів з швидкістю 5...10 м/с. Масла працюючі в таких умовах, повинні мати міцну масляну плівку. З цією метою у склад гепоїдних масел вводять „осірненні” рослинні масла і сірко-, фосforo- і хлоровмісні присадки.

Крім попередження стирання, задирів, виникнення втомного викришування поверхонь тертя, трансмісійні масла повинні відповідати загальним вимогам, які пред'являються до змащувальних масел. Під дією високого тиску в зоні контакту різко підвищується температура. Так в зоні контакту зубців вона досягає 350...400°C. Тому масла повинні мати високі антиокислювальні і антикорозійні властивості. Трансмисійні масла працюють в широкому діапазоні температур і повинні мати добрі в'язкісно-температурні властивості. Максимальне значення в'язкості трансмісійних масел, з метою забезпечення оптимального тертя у автомобілі без попереднього розігріву масла в агрегатах, повинно складати 350...450 Пас для спіральньо-конічних передач; 500...600 Пас для гепоїдних передач.

В процесі роботи трансмісійні масла окислюються, забруднюються, спрацьовуються їх присадки, після чого масла необхідно замінювати. Строки заміни різні в залежності від марки масла, автомобіля, трактора і т.д., умов експлуатації, якості масла, сезонності і т.д. В сучасних легкових автомобілях масла замінюють, як правило, при пробігу від 24 до 50 тис. км. В деяких

автомобілях закордонних марок заміна масла не проводиться протягом всього строку служби, частіше всього в ведучих мостах легкових автомобілів з гепоїдними передачами. У вітчизняних вантажних автомобілях заміна трансмісійних масел здійснюється в залежності від конкретних умов, через 20...50 тис. км. пробігу, не рідше одного разу на рік.

Високі експлуатаційні властивості трансмісійних присадок забезпечуються введенням в деякі марки масел. Більш ширше застосовують згущенні масла. Щоб робота механізмів і вузлів трансмісії була надійною і довговічною в умовах експлуатації, трансмісійні масла повинні відповідати наступним основним умовам:

- зменшувати знос робочих поверхонь зубів шестерень та других високонавантажених деталей;
- знижувати втрати на тертя в зубчастих передачах;
- добре відводити тепло і виводити з поверхонь тертя продукти зносу та інші сторонні механічні домішки;
- не викликати корозію деталей;
- не пінитися в процесі роботи зубчастих передач;
- як можна довше зберігати при експлуатації свої властивості;
- повністю виконувати свої функції в різних умовах експлуатації, в широкому діапазоні різних взаємодій.

2.4.2 Основні властивості трансмісійних масел.

Властивості трансмісійних масел оцінюються відповідними фізико-хімічними показниками: в'язкістю, в'язкісно-температурною характеристикою, температурою застигання, корозійністю, вмістом механічних домішок та води, змащувальними властивостями тощо.

В'язкісно-температурна характеристика відображає залежність в'язкості трансмісійних масел від температури. Оскільки ці масла являються залишковими високомолекулярними з'єднаннями, які мають велику кількість смолистих речовин із зниженими температурними характеристиками у них різко зростає в'язкість, що в свою чергу, викликає значні витрати потужності на

подолання в вузлах трансмісії (особливо при зрушенні машин з місця). Гранична в'язкість масла, при якій можливе провертання механізмів автомобільних і тракторних трансмісій, складає біля 5000 сСТ.

Експлуатація машин (особливо в зимовий період) значно легше, якщо трансмісійне масло володіє оптимальною в'язкістю і пологою в'язкісно-температурною характеристикою. На рис. 2.14 показана залежність тягового зусилля P , необхідного для забезпечення руху автомобіля ГАЗ-53А і ЗИЛ- 130, в залежності від сорту трансмісійного масла і його температури в трансмісії.

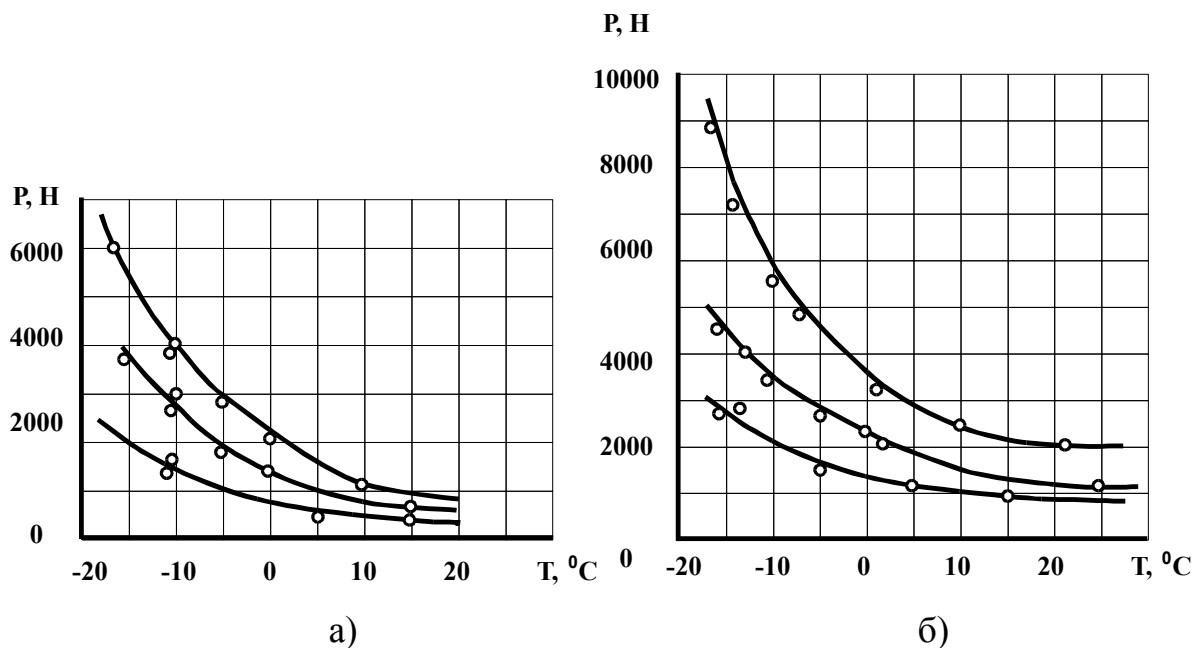


Рис. 2.14. Залежність тягового зусилля необхідного для забезпечення руху автомобілів ГАЗ-53А і ЗИЛ- 130 від сорту трансмісійного масла і його температури в трансмісії

а) для автомобіля ГАЗ 53А; б) для автомобіля ЗИЛ – 130:

1 – літнє трансмісійне автотракторне масло; 2 – зимове трансмісійне автотракторне масло; 3 – зимове з додаванням 18 % дизельного палива.

В даному випадку значення тягового зусилля характеризує суму опорів провертання механізмів трансмісії і якість коліс автомобіля. Якщо розділити ці опори, то виявляється, що для трансмісійного зимового масла (крива 2) при температурі -10 °C біля 80 % тягового зусилля складають витрати

на подолання опору в механізмі трансмісії і тільки біля 20% - на подолання опору коченню коліс автомобіля та механізмів трансмісії.

Великі витрати потужності в механізмах трансмісії (особливо в зимових умовах, якщо в'язкісно-температурні характеристики трансмісійних масел не відповідають необхідним потребам) приводять до значного погіршення економічності автомобілів.

Протизносні і протизадирні властивості трансмісійного масла являються їх однією з основних характеристик. При відповідній змащувальній властивості масла на поверхнях тертя зубів шестерень утворюється масляна плівка, яка запобігає зварюванню, утворенню задирів та мікронерівностей. Це пояснюється вмістом, в невеликих кількостях, поверхнево-активних речовин у високосмолистих залишкових нафтопродуктах, з яких і отримують трансмісійні масла. Крім того для підсилення протизадирних властивостей в масла додають спеціальні присадки, куди входять з'єднання хлору, фосфору, сірки. Дані речовини взаємодіють з металом, при великих тисках і високих температурах утворюють відповідні плівки оксидів, які зберігають металічні поверхні від скачування в точках контакту.

Так як температура масла в картерах механізмів трансмісії машин значно нижча, ніж в двигунах, трансмісійні масла, не зважаючи на неглибоку очистку, є порівняно стабільними при роботі.

В якості протизносних і протизадирних присадок до трансмісійних масел додають:

- ЛЗ-6/9 дибутилксантат етилену із вмістом 38...41% сірки (при низьких температурах ця присадка випадає в осад, що робить неможливим її застосування у північних районах);
- ЕЗ-2, ЕЗ-5, ЕЗН-2 – продукт обробки касторового масла сірчаною кислотою з п'ятисірністим хлором;
- ОТП – осернений тетрамерпропілен, отриманий осірненням фракції олефинових полімерів (вміст біля 20 % сірки);
- ЕФО – продукт взаємодії екстракту фенольного очищення залишкових масел з п'ятисірністим фосфором.

Дані присадки додаються до масел в кількості не більше 5%.

Температура застигання є важливим показником, що характеризує використання трансмісійного масла в зимових умовах. Для зниження температури застигання отримала широке використання присадка-депресор Аз НІІІ, яку додають в масло в кількості 0,2...0,5 %.

Протикорозійні властивості трансмісійних масел тим кращі, чим більша в них водорозчинність кислот і лугів. На відміну від інших видів нафтопродуктів вміст сірки в трансмісійному маслі позитивно впливає на протизадирні і протизносні властивості і тому не характеризує корозійну взаємодію.

Невспінюваність також відноситься до основних властивостей трансмісійного масла, оскільки відтворення бульбашок повітря в маслі різко погіршує його протизносні і протизадирні властивості.

При вмісті води і абразивних механічних домішок трансмісійні масла вважаються непридатними і тому не допускаються до використання.

2.4.3 Класифікація та асортимент трансмісійних масел.

Згідно ГОСТ 17479.2-85 на трансмісійні масла, що застосовуються для змащування агрегатів трансмісій автомобілів, тракторів, тепловозів, сільськогосподарських, дорожніх, будівельних машин і судової техніки, введено позначення, що складається із групи знаків, перша з яких позначається буквами ТМ (трансмісійне масло), друга – цифрами і характеризує приналежність до групи масел за експлуатаційними властивостями, третя – позначається також цифрами і характеризує клас кінематичної в'язкості. Наприклад, ТМ-5-9з, де ТМ – трансмісійне масло, 5 – група масла за експлуатаційними властивостями, 9 – клас в'язкості, з – масло має загущуючу присадку.

В залежності від кінематичної в'язкості (в мм²/с) при температурі 100°C трансмісійні масла ділять на наступні класи (табл. 2.24).

У кожному класі встановлені допустимі границі кінематичної в'язкості при 100 °С та негативна температура, при якій ще забезпечується

надійна робота трансмісій, бо динамічна в'язкість при цій температурі не перевищує 150 Пас.

Таблиця 2.24. Класифікація трансмісійних масел за в'язкістю.

Клас в'язкості	Кінематична в'язкість при температурі 279 °C мм ² /с	Температура, при якій динамічна в'язкість не перевищує 150 Па с, °C не вище
1	2	3
9	6,0...10,99	-35 °C
12	11,0...13,99	-26 °C
18	14,0...24,99	-18 °C
34	25,0...41,0	-

Залежно від експлуатаційних властивостей та рекомендованих галузей застосування масла для автомобілів, тракторів та іншої мобільної техніки віднесені до 5 груп (табл. 2.25).

Таблиця 2.25. Класифікація трансмісійних масел за експлуатаційними властивостями.

Група масла	Склад масла	Рекомендована область застосування
ТМ-1	Нафтові мінеральні масла без присадок	Циліндричні, конічні та черв'ячні передачі, що працюють при контактних напруженнях від 900 до 1600 МПа та температурі масла в об'ємі до 90 С.
ТМ-2	Мінеральні масла з протиспрацювальними присадками	Циліндричні, конічні та черв'ячні передачі, що працюють при контактних напруженнях до 2100 МПа та температурі масла в об'ємі до 130 °C
ТМ-3	Мінеральні масла з протизадирними присадками помірної ефективності	Циліндричні, конічні, спірально-конічні та гепоїдні передачі, які працюють при контактних напруженнях до 2500 МПа і температурі масла в об'ємі до 150 °C.
ТМ -4	Мінеральні масла з протизадирним присадками	Циліндричні, спірально-конічні і гепоїдні передачі, які працюють при контактних напруженнях до 3000 МПа і температурі масла в об'ємі до 150 °C.
ТМ-5	Мінеральні масла з протизадирними присадками високої ефективності і багатофункціональної дії, а також універсальні масла	Гепоїдні передачі, що працюють з ударними навантаженнями при контактному тиску більш 3000 МПа і температурі масла в об'ємі до 150 °C

Нижче приводиться перелік трансмісійних масел, які широко застосовуються в автотракторній техніці.

Масло ТАП – 15 В (ГОСТ 23652- 79), або ТМ-3-18 (ГОСТ 17479.2-85) виготовлено із суміші екстрактів залишкових масел фенольного очищення і дистилятних масел або фільтра обезмасленого парафіну. Вміщує протизадирну і депресорну присадки. Рекомендується для спіраль-но-конічних і циліндричних передач в середній кліматичній зоні. Масло має невисокі протизадирні і погані низькотемпературні властивості. Так, досвід експлуатації показав, що при температурі – 10 °С, в'язкість масла в задньому мості автомобіля ЗИЛ-130 досягає 30...104 мм²/с, ККД трансмісії знижується на 50%, витрата палива збільшується вдвічі.

За специфікацією США масло ТАП-15В відповідає маслу MIL -2105 з класом в'язкості SAE-90, по групі API-GL-3.

Масло ТСП-10 (ГОСТ 23652-79), або ТМ -3-9 (ГОСТ 17479.85), виготовлено із суміші деасфальтизата ембенської нафти з малов'язким низькозастигаючим компонентом. Має протизадирну, депресорну і антипінну присадки. Рекомендується для спіраль-но-конічних, конічних і циліндричних передач автомобілів та інших машин як всесезонне масло для районів Півночі або в якості зимового, працездатне при температурі до - 45 °С.

За специфікацією США масло ТСП-10 відповідає маслу MIL -2105 з класом в'язкості SAE-90, по групі API-GL-3.

Нижче приводиться перелік трансмісійних масел, які широко застосовуються в автотракторній техніці.

Масло ТАП-15В (ГОСТ 23652—79) або ТМ-3-18 (ГОСТ 17479.2—85) виготовлено із суміші екстрактів залишкових масел фенольного очищення і дистилятних масел або фільтрату знемаслювання парафіну. Містить протизадирну і депресорну присадки. Рекомендується для спірале-конічних, конічних і циліндричних передач у середній кліматичній зоні. Масло володіє невисокими протизадирними і поганими низькотемпературними властивостями. Так, досвід експлуатації показав, що при температурі —10 °С в'язкість масла в задньому мосту автомобіля ЗИЛ-130 досягає 30 10⁴ мм²/с, К.К.Д. трансмісії знижується на 50 %, витрата палива збільшується вдвічі.

За специфікацією США масло ТАП-15В відповідає маслу MIL-2105B з класом в'язкості SAE-90, групі за API-GL-3.

Масло ТСП-10 (ГОСТ 23652—79), чи ТМ-3-9 (ГОСТ 17479.2—85), виготовлено із суміші деасфальтизату ембенських нафт з малов'язким низькозастигаючим компонентом. Містить протизадирну, депресорну та антипінну присадки. Рекомендується для спірально-конічних, конічних і циліндричних передач автомобілів і інших машин як всесезонне масло для районів Півночі або в якості зимового, працездатно при температурі до -45 °С.

За специфікацією США масло ТСП-10 відповідає маслу MIL-L-2105B з класом в'язкості SAE-80, групі за API-GL-3.

Масло ТСП-15К (ГОСТ 23652—79), чи ТМ-3-18 (ГОСТ 17479.2—85) виготовлено із суміші залишкового і дистилятного компонентів сірчистих нафт. Містить протизадирну, противозносну, депресорну та антипінну присадки. Рекомендується для всіх агрегатів трансмісії автомобілів сімейства КамАЗ у якості єдиного всесезонного масла для середньої зони, а також для спірально-конічних, конічних і циліндричних передач інших автомобілів і інших машин. Володіє високими експлуатаційними якостями, працездатне до температур -30°С.

За специфікацією США масло ТСП-15К відповідає маслу MIL-L-2105B з класом в'язкості SAE-90, групі за API-GL-3.

Масло ТАД-17И (ГОСТ 23652—79), чи ТМ-5-18 (ГОСТ 17479.2—85), виготовлено на мінеральній основі, що містить багатофункціональну сіркофосфорутримуючу, депресорну та антипінну присадки. Застосовується для всіх агрегатів трансмісій з гіпоїдними передачами легкових і вантажних автомобілів всіх марок. Всесезонне для середньої зони, працездатне при температурах до —30 °С. Масло ТАД-17И містить імпортні присадки (індекс «И» у маркіруванні масла).

За специфікацією США масло ТАД-17И відповідає маслу MIL-L-2105B з класом в'язкості SAE-90, групі за API-GL-5.

Масло ТСЗ-9гип (ОСТ 38 01158—78), чи ТМ-4-9 (ГОСТ 17479.2—85), рекомендується, для трансмісій автотракторної техніки, у тому числі з

гіпоїдними головними передачами, при температурах повітря нижче -25°C в помірній кліматичній зоні, в холодній кліматичній зоні до -50°C . Застосування масла ТСз-9гип при підвищених температурах не рекомендується.

Масло ТМ5-12РК (ТУ 38 101844—80), чи ТМ-5-12з (рк) (ГОСТ 17479.2—85), є універсальним, трансмісійним маслом для всіх типів передач, включаючи гіпоїдні. Використовується як всесезонне масло для районів Півночі і як зимове - для районів середньої смуги, працездатне до температури -45°C . Масло ТМ5-12РК володіє робоче-консерваційними властивостями (індекс “РК” у маркіруванні масла).

В даний час застосовуються масла, не рекомендовані до використання в новій та модернізованій техніці з 01.01.86 : ТСП-14, ТЕп-15, ТС-14гип.

Масло ТСП-14, чи ТМ-3-18 (ГОСТ 17479.2—85), виготовлено із суміші дистилятного і залишкового масел сірчастих нафт, містить протизадирну і депресорну присадки. Використовується всесезонно в середній смузі. Застосовується для змащування важко-навантажених спіральних конічних, конічних і циліндричних передач вантажних автомобілів, за винятком автомобілів сімейства КамАЗ. Відрізняється доброю працездатністю до температур -30°C . При більш низьких температурах навколишнього повітря потрібен підігрів масла.

Масло ТЕп-15 (ГОСТ 23652.79), чи ТМ-2-18 (ГОСТ 17479.2—85), виготовлено на основі екстрактів залишкового і дистилятного масел із протизносною та депресорною присадками. Рекомендується для змащування спіральних конічних, конічних і циліндричних передач, що працюють при невеликих навантаженнях, наприклад, у коробках зміни передач, кермових механізмах автомобілів МАЗ. Як показує практика, масло доцільно використовувати при температурі до 0°C й вище.

Масло ТС-14гип (ГОСТ 23652-79), чи ТМ-4-18 (ГОСТ 17479.2—85), виготовлено із суміші залишкового і дистилятного компонентів сірчастих нафт із протизадірною, антиокисною, депресорною і антипінною присадками. Рекомендується для гіпоїдних передач вантажних автомобілів.

Використовується в середній кліматичній зоні як всесезонне. При температурах нижче —40 °С потрібен підігрів масла. Розведення масла паливом для зменшення в'язкості категорично забороняється.

Крім перерахованих вище трансмісійних масел допускаються до використання деякі інші, наприклад, МТ-16п (ГОСТ 6360—83). Це масло використовується так само, як масло ТЕп-15, у шестерних редукторах з помірними навантаженнями.

Таблиця 2.26. Фізико-хімічні та експлуатаційні властивості трансмісійних масел.

Показники	ТС-15	ТСп-15К	ТАП-15В	ТСп-14тип	ТАД-17И
Кінематична в'язкість при 373 °К, мм ² /с.	15+1	16	15+1	14	17,5
Індекс в'язкості, не менше	-	90	-	85	100
Температура застигання, °К не вище	255	248	253	248	248
Масова доля: -активних елементів, % не менше: -фосфору -сірки	0,06 3,0	- -	- 1,2(з ОТП) 1,9(з ПЗ-23К)	- -	0,1 2,7...3,0
Змашувальні властивості на ЧКМ: - індекс задиру ИЗ, не менше - навантаження Рс, Н - показник спрацювання Дн при осьовому навантаженні 392 Н при 20+5°С протягом 1 год, мм, не більше - густина при 20 °С, кг/м ³ , не більше	- - 0,55 950	55 3479 0,50 910	50 3283 (*) 930	60 3920 (*) 910	58 3687 0,4 907

Примітка: * - показник не нормується. Визначення обов'язкове.

Найбільше розповсюдження в Україні одержали трансмісійні масла в'язкості 18, що випускають згідно до ГОСТ 23652-79. Фізико-хімічні та експлуатаційні властивості їх, приведені в табл. 2.26.

Рекомендації щодо застосування масел у трансмісіях тракторів та автомобілів наведені в табл. 2.27 та 2.28.

Таблиця 2.27. Масла, що використовуються в трансмісіях тракторів.

Трактор	Коробка передач	Трансмісія
Т-150, Т-150К К-130, Т-100М, Т-4А, МТЗ- усіх модифікацій ДТ усіх модифікацій, Т-40С, Т- 40М, Т-28х 4/х4М, Т-25А, Т- 25 А1, Т-16м	Моторні мастила групи В Моторні мастила групи В ТАП-15В ТЕП-15	ТАП-15, Теп-15, ТСП-10 ТСП-10 ТСП-10

Таблиця 2.28. Масла, що використовують в трансмісіях автомобілів

Автомобіль	Коробка передач	Трансмісія
ЗИЛ-130, ЗИЛ-131, ЗИЛ-138А, ЗИЛ-ММЗ-555	ТАП-15В	ТС _П -15К
КамАЗ всіх модифікацій	ТС _П -15К	ТС _П -15К
КрАЗ, Урал, МАЗ всіх модифікацій	ТС _П -15К	ТАП-15В
Інші вантажні автомобілі і автобуси	ТАП-15В	ТАП-15В
ГАЗ-24, ГАЗ-3110 та їх модиф., РАФ-977М, ЕрАЗ-762	ТАП-15В	ТС _{тип}
Москвич та ЗАЗ всіх модифікацій	ТАД-17И	ТАД-11И
	ТАП-15В	ТАП-15В
ВАЗ всіх модифікацій	ТАД-11И	ТАД-17И

Відповідність позначення трансмісійних масел ГОСТ 17479.2 – 85 прийому їх позначень наведена в табл. 2.29.

Таблиця 2.29. Відповідність позначень трансмісійних масел за ГОСТ 17479.2-85 прийнятому в нормативно-технічній документації

ГОСТ 17479.2-85		Гранично допустимі параметри роботи		Прийняте позначення масел
Група	Клас (сорт)	Тиск, МПа	Температура, °С	
ТМ-2	18 (9)	До 2000	До 120	ТЕ-15*
ТМ-3	18 (9)	Більше 2000	Вище 120	ТСп-10 ТАП-15В ТСп-15К
ТМ-4	18 (12)	Для гепоїдних передач	В об'ємі не вище 135	ТСп-14* ТСз-9гип ТС-14гип*
ТМ-5	18	Для гепоїдних передач, працюючих при високих ударних навантаженнях і швидкостях	Вище 135	ТМ5-12РК ТАД-17И

Примітка * - не допускається до використання у розроблених і модернізованих техніці

2.4.4 Масла для гідромеханічних передач.

В сучасній автотракторній техніці все більше розповсюдження одержують гідромеханічні передачі (ГМП), що об'єднують в одному агрегаті гідроприводі, механічну коробку передач та складну систему автоматичного регулювання. У ГМП, як і в механічних трансмісіях, умови роботи масла характеризуються інтервалом робочих температур, високими навантаженнями та швидкостями ковзання у місцях контакту шестерень. До якості змащування матеріалів для ГМП ставлять складні та жорсткі вимоги, що значно відрізняються від вимог до звичайних трансмісійних масел. Перш за все, це відноситься до в'язкісних, протиспрацювальних, фрикційних, антиокислювальних та інших властивостей.

При виборі масла для ГМП його в'язкість є однією із найважливіших експлуатаційних характеристик. Це обумовлено необхідністю одержання високого коефіцієнту корисної дії (ККД) гідротрансформатора у великому

інтервалі можливих робочих температур. Для створення умов нормальної роботи ГМП з найбільшими ККД та коефіцієнтом трансформації масло для ГМП повинно мати якомога меншу в'язкість. При використанні малов'язких масел поліпшується паливна економічність і робота автоматичної системи керування ГМП. З другого боку, для забезпечення високої змащувальної властивості особливо зубчастих передач та підшипників для запобігання витокам масел через ущільнення, масло повинно бути відносно в'язким. Масла для ГМП повинні мати також високий індекс в'язкості. Вимоги до низькотемпературних властивостей масел обумовлені необхідністю забезпечення можливості легкого запуску двигуна при низьких температурах навколишнього середовища.

В ГМП є високо навантажені вузли тертя (зубчаті передачі, підшипники, муфти вільного ходу, плунжерні пари та інші тертьові деталі), тому для цього необхідно використовувати масла, які мають високі протиспрацювальні характеристики. Однак для ГМП, що мають фрикційні диски розробка масел з добрими протиспрацювальними властивостями ускладнена. Це викликано тим, що надійна робота фрикціонів може бути забезпечена маслом з необхідними фрикційними властивостями, які забезпечують контактування дисків з відносно високим коефіцієнтом тертя (від 0,1 до 0,2).

Висока температура масла в ГМП, яка досягає 373..393 °K і вище, при контакті масла із різноманітними металами та киснем повітря викликає інтенсивне його окислення. Внаслідок накопичення в маслі продуктів окислення порушується робота системи автоматичного керування фрикційних дисків та підвищення спрацювання деталей ГМП. Для запобігання окисленню та відкладенню осадів на деталях ГМП в маслах поряд з антиокислювальними вводять додатково миючо-диспергуючі присадки. Поряд з високою окислювальною стабільністю масла для ГМП повинні мати добрі антикорозійні та антипінні властивості, бути сумісними з різними ущільнюючими матеріалами.

Для ГМП масла виготовляють із малов'язких фракцій сірчистих парафіністих нафт шляхом їх селективної очистки та глибокої депарафінізації, а після цього загущують в'язкісними присадками. Випускають три марки для ГМП, характеристика яких наведена в таблиці 2.30.

Таблиця 2.30. Характеристика масел гідромеханічних передач

Показник	Марка масла		
	А	Р	МГТ
Кінематична в'язкість, мм ² /с, при:			
100 °С	-	-	6-7
50 °С	23-30	12-14	-
-20 °С	2100	1300	-
Динамічна в'язкість при - 30 °С, Пас	-	-	40
Індекс в'язкості	-	-	175
Температура, °С спалаху у відкритому тиглі, не нижче	175	163	160
Застосування °С, не вище	233	228	218
Зольність, % не менше	0,6	0,6	-

Масло А (ОСТ 38 01434-87) призначено для гідротрансформаторів та автоматичних коробок передач. Використовується всесезонно при температурах навколишнього повітря до -35 °С. Масло поряд з антифрикційними властивостями повинне одночасно володіти фрикційними властивостями для забезпечення надійної роботи фрикційних дисків. Тому до складу цього масла поряд з іншими присадками вводиться фрикційна присадка для створення тертя. Заміна масла А іншими маслами не допускається.

Масло Р (ОСТ 38 01434-87) призначено для системи гідропідсилювача рульового керування вантажних автомобілів, гідравлічного приводу зчеплення автобусів.

Масло МГТ (ТУ 38 101103-87) призначено для гідромеханічних коробок передач та різноманітних гідравлічних передач.

2.4.5 Закордонні трансмісійні масла.

За кордоном трансмісійні маса, як і моторні, поділяють на різні сорти залежно від їх в'язкості (класифікація SAE) та призначення (класифікація API). Згідно з класифікацією SAE -306 В, масла для трансмісій автомобілів і тракторів ділять на зимові з індексом W (75W, 80W, 85W) та літні (90, 140, 250). Крім того, класифікують всесезонні трансмісійні масла (80W-90, 85W-90,

85W-140), у маркуванні яких після SAE спочатку вказують показник зимового масла, а потім літнього. Відповідно до класифікації SAE, прийнятою в США, в залежності від класу в'язкості автотракторні трансмісійні масла мають в'язкісну характеристику наведену в таблиці 2.31.

Таблиця 2.31. Класи в'язкості SAE для автотракторних трансмісійних масел

Клас в'язкості	Температура, при якій динамічна в'язкість не перевищує 150 Па с, не вище	Кінематична в'язкість при 373 °K, мм ² /с	
		мінімальна	максимальна
70W	-40	4.1	-
80W	-26	7.0	-
85W	-12	11.0	-
90	-	13.5	24
140	-	24	41
250	-	41	-
80W-90	-26	13.5	24
85W-90	-12	13.5	24
85W-140	-12	24	24

Відповідно до класифікації API трансмісійні масла за рівнем експлуатаційних властивостей поділяють на шість груп залежно від конструкції агрегатів та умов їх експлуатації (табл. 2.32).

Таблиця 2.32. Класифікація API для автотракторних трансмісійних масел.

Група	Умови роботи масла	Тип передачі	Тип масла або специфікація	Концентрація присадок у маслі, %
GL-1	Легкі	Спирально-конічні, черв'ячні, ручне переключення	Без присадок	-
GL-2	Середні	Черв'ячні (транспортні засоби)	Спеціальне	Різні комбінації
GL-3	Середні	Спирально-конічні, ручне переключення		2,7
GL-4	Від легких до жорстких	Гіпоїдні, ручне переключення		4,0
GL-5	Жорсткі	Гіпоїдні		6,5
GL-6	Дуже жорсткі	Гіпоїдні, максимальний рівень експлуатаційних властивостей		10

Масла, що відповідають вимогам специфікації API GL-4/MIL-L-2105 і SAE 80 застосовують переважно для коробок передач, а масла API GL-4/MIL-L-2105 і SAE 90 – для задніх мостів.

Орієнтована відповідність між класифікаціями вітчизняних (ГОСТ 17479.2-85) та закордонних трансмісійних масел за в'язкісними класами і за експлуатаційними властивостями наведена в таблиці 2.33.

Таблиця 2.33. Відповідність класів в'язкості і групи трансмісійних масел за ГОСТ 17479.2-85 системам SAE і API

ГОСТ 17479.2-85	SAE	ГОСТ 17479.2-85	API
Клас в'язкості		Група	
9	75W	TM-1	GL-1
12	80W...85W	TM-2	GL-2
18	90	TM-3	GL-3
34	140	TM-4	GL-4
-	250	TM-5	GL-5
-	-	TM-6	GL-6

Трансмісійні масла, допущені міжвідомчою комісією до використання на Україні, наведені в таблиці 2.34.

Таблиця 2.34. Відповідність марки трансмісійного масла класифікації API

Марка	Класифікація	Фірма. Область застосування
Омскойл (TM-3-18)	API GL-3	АО “Омський НПЗ”. Масло для вантажних автомобілів з негіпоїдними передачами
Ангрол Т (TM-3-18)	API GL-3	АО Ангарська нафтохімічна компанія. Масло для вантажних автомобілів з негіпоїдними передачами
Ангрол Супер-Т (TM-5-18)	API GL-5	АО Ангарська нафтохімічна компанія. Масло випускається двох модифікацій: з в'язкістю при 100 °С – 13,5...15,5 мм ² /с та 16,5...20,5 мм ² /с. Для всіх типів передач
Яр-Марка Супер-Т (TM-5-18)	API GL-5	АО “Ярославнефтеоргсінтез”. Універсальне масло для всіх типів передач. Масло випускається двох модифікацій (аналогічно Ангрол Супер-Т)
Яр-Марка Т (TM-5-18)	API GL-3	АО “Ярославнефтеоргсінтез”. Масло для вантажних автомобілів з негіпоїдними передачами
Волнез Супер-Т (TM-5-18)	API GL-5	АО “Лукойл-Волгограднефтепереработка”. Універсальне масло для всіх типів передач
НОВООЙЛ Т (TM-5-18)	API GL-3	АО “Новоуфимський НПЗ”. Універсальне масло для всіх типів передач

2.5. Масла для гідравлічних систем

2.5.1 Загальні відомості і властивості.

Широке застосування в автотракторному і сільськогосподарському машинобудуванні гідроприводів визначилося на цей час, як один з основних напрямків підвищення технічного рівня машин. В автомобілях гідропривід застосовується для гальмівної системи, приводу зчеплення, гідропідсилювача рульового керування, підйому пристрою самоскидувача тощо. Сучасні трактори та сільськогосподарські машини оснащуються роздільно-агрегатними гідронавісними системами, об'ємними гідроприводами трансмісій та рульового керування, гідроприводами активних робочих органів тощо. З розширенням і ускладненням функцій, виконуваних гідроприводами, особливо є актуальною проблема використання гідравлічних масел, що забезпечують надійну працездатність машин в процесі їх експлуатації.

Гідравлічне масло в гідроприводі виконує функції робочого тіла, тому його називають робочою рідиною. Основною функцією гідравлічного масла є передача механічної енергії від її джерела до виконавчих органів із забезпеченням зміни величини або напрямку прикладеної сили. Одночасно воно є змащувальним та охолоджуючим середовищем для тертьових поверхонь гідроприводу.

З підвищенням потужності та компактності гідравлічних систем умови роботи масел стали більш жорсткими. Температура робочої рідини в гідроприводах машин перевищує на 40...50 °С температуру навколишнього середовища і може досягати 100 °С. Робочі рідини контактують з різними матеріалами та киснем повітря, а також дроселюються з великим перепадом тиску через робочі зазори та зазнають дії високих питомих тисків на поверхні пар тертя.

Специфічні умови роботи машин, пов'язані з запиленістю, великою вологістю, широким діапазоном температур навколишнього середовища, високим рівнем вібрації тощо, ставлять жорсткі вимоги до якості робочих

рідин. Перш за все вони повинні мати оптимальний рівень в'язкості - високий рівень в'язкості і низьку температуру застигання.

Вибір в'язкості робочої рідини залежить від пускових та робочих характеристик гідравлічної системи. В'язкість масла не повинна бути нижче певного рівня, щоб звести до мінімуму втрати через витоки, різні сполучення та ущільнення гідравлічної системи, забезпечити необхідну змащувальну здатність масла. Підвищена в'язкість робочої рідини призводить до збільшення її опору руху в напірних магістралях, особливо при низьких температурах. Для гідроприводів, в'язкість робочої рідини при максимально можливій температурі не повинна бути нижче $8 \text{ мм}^2/\text{с}$, а при найнижчій – вище $1500 \text{ мм}^2/\text{с}$. Оптимальною в установлених умовах роботи гідросистеми вважається в'язкість $30...40 \text{ мм}^2/\text{с}$.

Крім підвищених вимог до в'язкісних властивостей гідравлічні масла повинні характеризуватися такими показниками:

- мати добру змащувальну здатність і необхідні протиспрацювальні та протизадирні властивості;
- мати високі антиокислювальні властивості, термічну та хімічну стабільність, що забезпечують тривалу роботу масла в гідравлічній системі;
- захищати чорні та кольорові метали від корозії в процесі експлуатації і тривалих перервах у роботі;
- бути стійкими до утворення емульсії з водою та піноутворення;
- не впливати шкідливо на гуму, еластомери та інші ущільнювальні матеріали.

Основу для гідравлічних масел складають добре очищені мінеральні масла з відповідними в'язкісно-температурними властивостями. В гідравлічні масла додають присадки (вінілоси, поліметакрилати та поліізобутилені), які поліпшують індекс в'язкості і мають високу стійкість до деструкції, зберігаючи механічну стабільність масел протягом тривалого часу. В робочі рідини для гідравлічних систем додають присадки, які поліпшують антиокислювальні та низькотемпературні властивості, стійкість до корозії та спрацювання.

2.5.2 Класифікація і асортимент масел для гідравлічних систем.

Гідравлічні масла класифікують за в'язкістю та рівнем

експлуатаційних властивостей. Вітчизняна класифікація гідравлічних масел за в'язкістю (ГОСТ 17479.3-85) відповідає в'язкісній градації робочих рідин, прийнятій міжнародною організацією по стандартизації (ISO 3448-75). Згідно ISO гідравлічні масла поділяють на 18 класів. Кожному класу відповідає символ в'язкісної класифікації (VG) та число, яке позначає кінематичну в'язкість масла при температурі 40⁰С з допуском $\pm 10\%$. Для вітчизняних масел передбачено 10 класів, класифікація яких за кінематичною в'язкістю приведена в таблиці 2.35.

Залежно від експлуатаційних властивостей гідравлічні масла поділяють на три групи А, Б і В (табл. 2.36).

Таблиця 2.35. Класифікація гідравлічних масел за кінематичною в'язкістю (ГОСТ 17479.3 - 85)

Клас в'язкості	Кінематична в'язкість при 40 ⁰ С, мм ² /с	Клас в'язкості	Кінематична в'язкість при 40 ⁰ С, мм ² /с
5	4,14...5,06	32	28,8...35,2
7	6,12...7,48	46	41,4...50,6
10	9,0...11,0	68	61,2...74,8
15	13,5...16,5	100	90,0...110,0
22	19,8...24,2	150	135,0...165,0

Таблиця 2.36. Класифікація гідравлічних масел за експлуатаційними властивостями

Група масел	Склад масла	Рекомендована область застосування
А	Нафтові масла без присадок	Гідравлічні системи з шестернями і поршневими насосами, що працюють при тиску до 15 МПа та температурі масла в об'ємі до 80 ⁰ С
Б	Нафтові масла з антиокислювальними та антикорозійними присадками	Гідравлічні системи з насосами всіх типів, що працюють при тиску до 25 МПа та температурі масла в об'ємі більше 80 ⁰ С
В	Добре очищені нафтові масла з антиокислювальними та протиспрацювальними присадками	Гідравлічні системи з насосами всіх типів, що працюють при тиску вище 25 МПа та температурі масла в об'ємі більше 90 ⁰ С

Міжнародною класифікацією ISO 6074/4-1982 (Е) нафтові гідравлічні масла поділяють на 4 якісні групи. Відповідність експлуатаційних груп

вітчизняних гідравлічних масел класифікаційним групам ISO наведено нижче:

ГОСТ 17479.3-85	А	Б	В	Із зношеною передачею
ISO 6074/4-1982 (E)	NN	NL	NM	NV

ГОСТ 17479.3-85 передбачає також систему позначень гідравлічних масел, яка складається із знаків, перший з яких позначається літерами МГ – мінеральне гідравлічне, далі вказують клас в'язкості та належність до групи за експлуатаційними властивостями.

Наприклад, МГ-15-В – масло мінеральне гідравлічне (МГ), цифра 15, що характеризує клас в'язкості, вказує на те, що це масло має кінематичну в'язкість 13,5...16,5 мм²/с при температурі 40⁰С, за експлуатаційними властивостями відповідає групі В.

Маркування масел згідно з класифікацією ISO складається з символів якісної та в'язкісної класифікації, наприклад NL VG-46 означає гідравлічне (Н) масло якісної групи, що включає мінеральні масла з антиокислювальними та антикорозійними присадками (L) з кінематичною в'язкістю при 40⁰С в інтервалі 41,4...50,6 (VG-46).

Позначення гідравлічних масел за ГОСТ 17479.3-85 та відповідність їх раніше прийнятим у нормативно-технічній документації (НТД) наведені в таблиці 2.37.

Таблиця 2.37. Позначення гідравлічних масел

ГОСТ 17479.3-85	НТД
МГ-22-А	АУ (ТУ 38 1011232-89)
МГ-32-А	ЕШ (ГОСТ 10363-78)
МГ10-Б	РМЦ (ГОСТ 15819-70)
МГ-15-Б	АМГ-10 (ГОСТ 6794-75)
МГ-22-Б	АУП (ОСТ 38 01364-84)
МГ-46-Б	МГ-30 (ТУ 38 10150-79)
МГ-10-В	ВМГЗ (ТУ 38 101479-74)
МГ-15-В	МГЕ-10А (ОСТ 38 01281-82)
МГ-22-В	Р (ТУ 38 101179-71)
МГ-46-В	МГЕ-46В (МГ-30у) (ТУ 38 001374-83)
МГ-68-В	МГ-8А (М-8А) (ТУ 38 1011135-87)

Не зважаючи на великий асортимент масел для різних гідравлічних систем, що випускаються нафтопереробною промисловістю, в сільському

господарстві застосовуються небагато з них.

Основні фізико-механічні характеристики і експлуатаційні властивості гідравлічних масел, що використовуються як робочі рідини в сільськогосподарській техніці, наведені в таблиці 2.38.

Таблиця 2.38. Характеристика гідравлічних масел

Марка масла	Кінематична в'язкість, мм ² /с		Індекс в'язкості	Температура, °С		Густина при 20 ⁰ С, кг/м ³
	при 50 ⁰ С	при -40 ⁰ С (-50 ⁰ С)		застигання, не вище	спалаху, не менше	
МГЕ-10А	≥10	(1500)	-	- 70	96	860
ВМГЗ	≥10	1600	130	- 60	135	865
АУ	12...14	13000	-	-45	165	890
ЭШ	≥20	-	135	-50	160	850...880
МГ-30	27...33	4000 (при -15 ⁰ С)	85	-30	190	890
МГЕ-46В	≤6 (при 100 ⁰ С)	1000 (при -15 ⁰ С)	90	-30	190	890

Масло МГЕ-10А (ОСТ 3801281-82) виготовляють на основі глибокодеароматизованої низькозастигаючої малов'язкої нафтової фракції. Містить загущуючу, антиокислювальну, антикорозійну та протиспрацьовувальні присадки. Призначене для гідравлічних систем машин, що працюють при температурах від -60⁰С до +75⁰С.

Масло ВМГЗ (ТУ 38101479-85) – всесезонне, виробляють на глибокоочищеній малов'язкій низькозастигаючій нафтовій основі з загущуючою присадкою. Експлуатаційні властивості масла поліпшені противоспрацьовальною, антиокислювальною, антикорозійною, антипінною та депресорною присадками. Застосовують як зимовий сорт для гідравлічних систем автотракторної техніки при робочих температурах масла в об'ємі від -50⁰С до +70⁰С.

Масло веретенне АУ (ОСТ 3801412-86) – добре очищений продукт з низькою температурою застигання. Виробляють з малопарафінованих нафт нафтової основи без використання процесу депарафінізації. При виробництві масла з малосірчистих та сірчистих нафт воно зазнає глибокої депарафінізації. Масло забезпечує працездатність гідроприводів при температурах від -30⁰С до +90⁰С.

Масло ЭШ (ГОСТ 10363-78) є добре очищеною та

глибокодепарафінізованою фракцією, до складу якої введені загущуюча і депресорна присадки. Застосовують як робочу рідину в гідравлічних системах крокуючих екскаваторів та інших аналогічних машинах. Працездатне в інтервалі температур від -45°C до $+80...100^{\circ}\text{C}$.

Масло МГ-30 (ТУ 38 10150-79) нафтове дистилятне селективної очистки з антиокислювальною, депресорною та антипінною присадками. Призначене для застосування в гідравлічних системах будівельних, дорожніх, підйомно-транспортних та інших машин з об'ємним гідроприводом і гідрокеруванням. Працездатне при температурі масла від -20°C до $+75^{\circ}\text{C}$.

Масло МГЕ-46В (ТУ 38 001347-83) готують на основі селективно очищених індустріальних масел з антиокислювальною, протиспрацьовувальною, депресорною та антипінною присадками. Призначене для використання в гідрооб'ємних передачах сільськогосподарської техніки, що працює при тиску до 35 МПа (короткочасно до 42 МПа). Працездатне при температурі від -10°C до $+80^{\circ}\text{C}$ у гідроприводах з аксіальнопоршневими машинами, рекомендований строк служби – до 2000 год.

Масло МГ-32-Вз (ТУ 38401894-92) готують на основі масла ВМГЗ з композицією присадок і призначене для об'ємного гідроприводу типів ГСТ-90 та ГСТ-112 різних сільськогосподарських машин. Працездатне в інтервалі температур від -30°C до $+80^{\circ}\text{C}$.

У деяких випадках для сільськогосподарської техніки рекомендують використовувати як робочі рідини моторні масла груп Б та В.

2.6. Пластичні мастильні матеріали

2.6.1 Склад, призначення та вимоги до пластичних матеріалів.

Пластичні мастильні матеріали належать до особливої групи мастильних матеріалів. Вони являють собою складні колоїдні системи, які представляють собою високоструктуровані тиксотропні дисперсії твердих загущувачів в рідкому середовищі.

Відрізняючою особливістю мастил від масел – це існування межі міцності, залежність їх в'язкості від температури та швидкості деформації або зсуву, оберненість процесу руйнування структурного каркасу. Це робить їх іноді єдиним, незамінним мастильним матеріалом в окремих вузлах тертя.

Перевага мастил перед маслами - здатність утримуватись в негерметизованих вузлах тертя, кращі мастильні якості, більш високі захисні якості, висока економічність використання. Мастила використовуються там, де не має змоги використовувати рідкі масла. Недолік мастил - це погана охолоджуюча здатність деталей тертя, відсутність виносу продуктів зносу із зони тертя, складність подачі до вузла тертя та деякі інші.

Пластичні мастила за властивостями займають проміжне положення між твердими мастильними матеріалами та рідкими маслами. В найпростішому випадку будь яке пластичне мастило складається з двох складників: масляної основи (мінерального, синтетичного, рослинного або іншого масла) та твердого загусника (мильного або немильного).

Сучасні мастила звичайно містять стабілізатор структури і присадки, нерідко ще різноманітні наповнювачі (графіт, дисульфід молібдену, порошкоподібні метали або їх оксиди та ін.). Загусник утворює твердий структурний каркас, усередині якого міститься – масло (рис. 2.15). Тому такі мастила називаються структурованими системами. Мастила, до складу яких входять м'які метали або їх оксиди називаються плакучими, наприклад, ЛСЦ-15(з оксидом цинку).

Від виду загусника залежать основні властивості мастил: межа міцності, вологостійкості та ін. Низькотемпературні властивості мастил забезпечуються головним чином масляною основою.

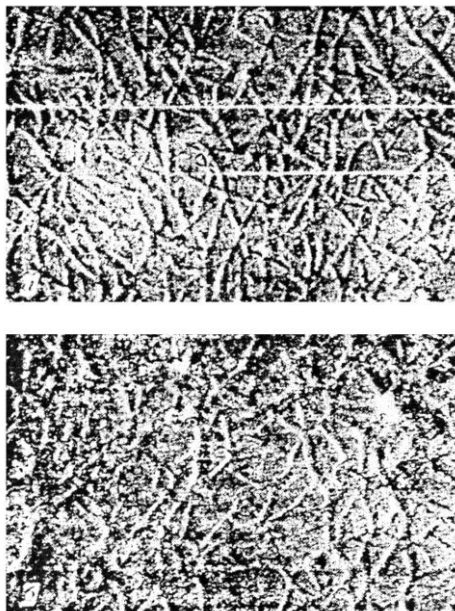


Рис. 2.15. Електронні мікрофотокартки ($\times 15000$) структури комплексних кальцієвих мастил, виготовлених на стеариновій (а) та синтетичних жирових кислотах (б)

Частинки загусника, які створюють структурний каркас, мають дуже малі розміри (0,1...1,0 мкм та більше) та форму ниток, маленьких кульок, стрічок, голок, відростків кристалів і т.д. Чим більша анізотропія (відношення довжини та ширини) частинок загусника, тим більш міцну структуру вони утворюють. В мастилах вміст загусника складає 10...20%. Більш поширеними загусниками являються металічні мила високомолекулярних кислот або металічні мила природних жирів. Це так звані мильні мастила.

Далеко не всі мила можуть служити в якості загусника мастил. Існують вуглеводні, бентитові, селикагелеєві мастила та ін. В них загусниками являються тверді вуглеводні та неорганічні речовини. Це так звані немильні мастила.

На формування структурного каркаса впливають тип та концентрація загусника, склад та властивості дисперсного середовища, вміст ПАВ, технологія виготовлення мастила. Високий ступінь структурування дисперсної фази дає мастилам твердоподібний стан та пластичність. При відсутності навантаження мастила ведуть себе подібно твердим тілам. Під дією дуже малих навантажень структурний каркас руйнується, мастило набуває в'язкотекучий

рідкий стан. Важливою особливістю є зворотність процесу руйнування структурного каркаса. При відсутності навантаження мастило знову набуває властивості твердого тіла. Властивість відновлення структури каркаса при знятті навантаження в період відпочинку мастила називається явищем тиксотропії. Тиксотропне перетворення мастила із пластичного стану у в'язкотекучий і назад забезпечує перевагу застосування мастил перед рідкими і твердими мастильними матеріалами.

Процес виробництва мастил складний і складається із наступних стадій: підготовки сировини приготування загусника, термомеханічного диспергування загусника (варення мастила), охолодження розплаву і оздоблювальних операцій. Приготування загусника є однією із основних операцій виробництва мильних мастил. Ця стадія вимагає старанного дозування компонентів та сурової послідовності їх завантаження. Приготування мила – хімічний процес, який може продовжуватися дуже довго – до 30 годин. На стадії охолодження розплаву загусника в маслі формується структурний каркас мастила. Розміри та форми частинок загусника залежать від умов кристалізації, початкової температури охолодження та швидкості охолодження. Гомогенізація (механічна обробка), фільтрування, деаерація (видалення повітря) відносяться до оздоблювальних робіт і потрібна для отримання однорідних і тиксотропних мастил, тобто здатних при подальшому їх руйнуванню багаторазово відновлюватися. Всі оздоблювальні операції для одного мастила використовуються рідко. Розфасовка мастил здійснюється в тару місткістю від 30 г (тюбик) до 200 кг (бочка).

Пластичні мастила являють собою мазеподібні продукти частіше від світло-жовтого до темно-коричневого кольору, іноді бувають чорні (графітні) або кольорові (№158 – синя). Вони повинні бути однорідними по складу, без грудок, абразивних домішок та води, мати високу стабільність, тобто не розшаровуватися на складники. Якщо при зберіганні виникло розшаровування, то необхідно злити масло, яке відокремилось, зняти верхній шар мастила який окислився, і використовувати тільки залишену частину.

Кількість виготовлених мастил відносно невелика – приблизно 5% від виготовлення всіх мастильних матеріалів. Об'єм та споживання мастил, темпи їх виробництва за останні роки стабілізувалися на одному рівні, не зважаючи на стрімкий ріст кількості транспортних засобів, сільськогосподарських машин верстатного обладнання та інших видів техніки. Більш того, в останні роки намічається тенденція до зменшення виробництва мастил. Це пояснюється покращенням їх якості, виробництвом та використанням довгопрацюючих та “вічних мастил”. До таких мастил відносяться, перед усім багато цільові високоефективні литтєві та комплексні кальцієві мастила. Використання високоякісних мастил у замкнутих вузлах тертя автомобілів в 5...10 раз збільшує пробіг без заміни мастила. Ефективність використання залежить не тільки від вірного вибору сорту мастила та і від високої культури використання мастила та зразкової організації мастильного господарства.

Мастильні матеріали незалежно від умов використання і призначення повинні задовольняти наступним вимогам:

- надійно виконати свої функції (перед усім зменшувати тертя і знос) в широкому діапазоні температур, навантажень, швидкостей переміщення;
- в мінімальній мірі змінювати властивості при зовнішніх діях в умовах зберігання та використання;
- робити мінімальні впливи на контактуючі з ними матеріали;
- мати хороші екологічні властивості (мінімальний вплив на зовнішнє середовище, пожежо- та вибуху безпечність, здатність до багаторазової регенерації та ін.)

Ефективність роботи мастильного матеріалу визначається також конструктивними особливостями вузла тертя (типом, розміром, характером, руху поверхонь тертя тощо).

2.6.2 Методи оцінки основних показників і властивості мастильних матеріалів.

При підборі мастил необхідно враховувати їх експлуатаційні властивості. До найбільш важливих властивостей відносяться: межа міцності,

в'язкість, механічна стабільність – тиксотропні властивості, тобто властивості, які характеризують структурно-механічні (реологічні) властивості мастил; стабільність мастил (термічна, колоїдна, хімічна, радіаційна, випаровування); стійкість до зовнішніх впливів.

Межа міцності. Для кожного мастила існує визначене критичне навантаження, перевищення якого порушує пропорційність між навантаженням та деформацією, після чого мастило починає вести себе як рідина. Таке критичне навантаження, або напруга зсуву, називається межею міцності, яка виражається в Па (г/см^2). Для мастил при температурі $20 \dots 120^\circ\text{C}$ вона дорівнює $100 \dots 500$ Па ($0,5 \dots 20,0 \text{ г/см}^2$).

Межа міцності є важливою експлуатаційною властивістю мастила.

Межу міцності визначають на зсув за допомогою пластоміра К-2 (ГОСТ 7143-73). Метод ґрунтується на визначенні тиску, під дією якого при заданій температурі відбувається зсув мастила у капілярі пластоміра.

Найбільший вплив на механічну міцність створює температура, з підвищенням якої звичайно відбувається інтенсивне руйнування мастил (рис.2.16). Найбільш важлива властивість мастил є їх здатність відновлювати міцність, тому що при значному її зменшенні мастила витікають з вузлів тертя. Відновлювання міцності мастил після зняття деформації пояснюється взаємодією частинок загусника та створенням нового структурного каркаса. Мастила, у яких заміщення протікає повільно, мають низькі механічні властивості.

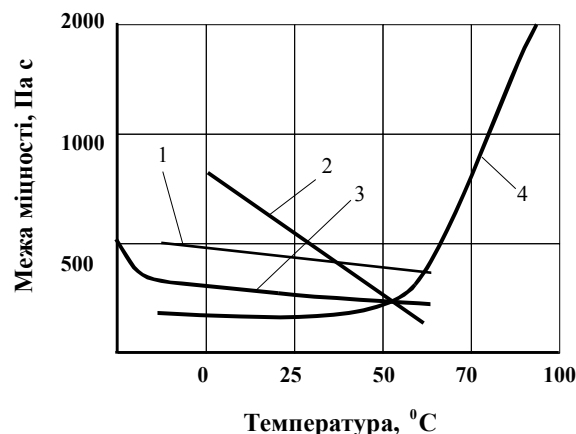


Рис. 2.15. Вплив температури на межу міцності мастил:

1 - солідол; 2 - солідол С; 3 - ЦИАТИМ-201; 4 - жировий консталин.

Значення межі міцності мастила залежить від загусника, розміру його частинок та концентрації. На межу міцності значно впливає спосіб виготовлення мастила, особливо режим охолодження мастил (мільних) та гомогенізація.

Мастила з малими значеннями межі міцності викидаються з рухомих деталей, стікають з вертикальних поверхонь, погано тримаються в негерметичних вузлах тертя. При робочих температурах мінімальна межа міцності повинна бути не менше $1...2 \text{ г/см}^2$. Дуже велика межа міцності також небажана, тому що таке мастило погано поступає до поверхонь тертя. Межа міцності при 20°C не повинна перевищувати $15...20 \text{ г/см}^2$.

Ефективна в'язкість. В'язкість мастил є змінною величиною, яка залежить від температури та швидкості деформації. В'язкість мастила тим менша, чим більша швидкість деформації та температура.

Після руйнування структурного каркаса мастило починає текти, подібно рідині. Чим більша швидкість деформації (при постійній температурі), тим швидше зменшується в'язкість мастила, тим легше воно тече. Швидкість деформації (D) вимірюється в с^{-1} . Частіше всього в'язкість мастила визначається при швидкості деформації 10 с^{-1} . Так як в'язкість мастила залежить від швидкості руйнування структурного каркаса, введено поняття “ефективної в'язкості”. Під ним розуміють в'язкість н'ютонівської рідини, яка при даному режимі течії чине той же опір зсуву, що і мастило.

В'язкість мастила також як і межа міцності, залежить від виду загусника, його концентрації, розміру частинок, технології приготування та інших параметрів. Від в'язкості залежить прокачуваність мастил, витрати енергії на відносне переміщення змазаних деталей, особливо у пусковий період. З двох мастил більш якісною вважається та, у якої при однакових значеннях межі міцності менша в'язкість. В'язкість мастил при мінімальних температурах не повинна перевищувати $150...200 \text{ Па}\cdot\text{с}$ при швидкості деформації 10 с^{-1} .

Ефективну в'язкість визначають на автоматичних віскозиметрах за ГОСТ 7163-84.

Механічна стабільність. При роботі мастила постійно підлягають

механічній дії, в результаті чого руйнується їх структурний каркас. Здатність мастил протидіяти руйнуванню називається механічною стабільністю. Здатність мастил самовільно відновлювати структуру каркаса в період спокою називається явищем тиксотропії.

Механічна стабільність та тиксотропія мастил – важливі показники, особливо для підшипників ковзання, шарнірів, плоских опор тощо, так як в них мастила в період роботи безперервно підлягають деформації. Тиксотропні властивості мастил суттєво залежать від типу, концентрації загусника, хімічного складу мастила, температури, інтенсивності механічної дії і інших факторів.

При тиксотропних перетвореннях мастил показники якості не повинні змінюватись, в першу чергу це відноситься до їх міцних властивостей. Але не всі мастила володіють такими можливостями. В деяких мастилах межа міцності і в'язкості встановлюються меншими початкових значень, а в деяких, навпаки, межа міцності і в'язкості набувають більш високих значень у порівнянні з першопочатковими. В таких випадках механічні нестабільні мастила або виливаються із вузлів тертя, або погано надходять до працюючих поверхонь, а сильно затверділі мастила взагалі не потрапляють до поверхонь тертя.

Механічні нестабільні мастила застосовувати недоцільно. Механічну стабільність, тексотропні властивості мастил виявляють на тиксометрах за межею цільності на розрив, індексом руйнування і тиксотропного відновлення згідно ГОСТ 19295-73.

Термічна стабільність і термозміцнення. Під термічною стабільністю розуміють здатність мастил зберігати свої експлуатаційні властивості без змін при зростанні температур. Властивості більшості мастил при нагріванні їх на 50...100°C більше температур плавлення із послідовним охолодженням практично не змінюється. Але деякі мастила після нагріву і послідовного охолодження ущільнюються, в них сильно збільшується межа міцності і в'язкості, аж до втрати гнучкості. Термозміцнення погано відображається на експлуатаційних якостях мастил, оскільки при термокеруванні мастила не поступають до працюючих поверхонь у зв'язку з великими значеннями межі

міцності і в'язкості. Інколи межа збільшується до 19,6 Па. В результаті (не зважаючи на достатню кількість мастила в підшипнику) саме поверхні тертя залишаються сухими. Це призводить до передчасного виходу вузла тертя з ладу. Термозміцнення і механічна стабільність взаємопов'язані.

До термозміцнюючих мастил відносяться натрієві, кальцієво-натрієві (ЯНЗ-2, 1-13, 1-13с) мастила. Термозміцнення визначають, вимірюючи межу міцності мастил до і після витримки при підвищених температурах за ГОСТ 7143-73.

Температура краплепадіння. Температура падіння першої краплі мастила при нагріванні у визначених умовах (за ГОСТ 6793-74) називається *температурою краплепадіння*. За температурою краплепадіння роблять висновок про верхню температурну межу працездатності мастила. Працездатна температура повинна бути на 10...20 °С нижче температури краплепадіння. Для багатьох мастил визначити працюючу температуру за температурою краплепадіння не рекомендується. Наприклад, температура краплепадіння литєвих мастил звичайно лежить в інтервалі 180...200 °С, верхня температурна межа не більше 130 °С. Деякі гідротировані кальцієві мастила мають температуру краплепадіння, до 100 °С і декілька вище. Більшість немильних мастил особливо високотемпературних, взагалі не мають температури краплепадіння. Робочі температури цих мастил не повинні перевищувати 65...75 °С. За температурою краплепадіння можливо визначити робочу температуру вуглеводних мастил. Для визначення температури краплевиділення використовують спеціальний пристрій (рис. 2.17) - прилад (термометр) для визначення температури краплепадіння пластичних мастил. Пристрій працює наступним чином. На ртутну кульку 1 термометра натягують скляний ковпачок 2 з дослідженим мастилом. Термометр з ковпачком і мастилом вставляють у скляну пробірку. В ній термометр тримається корковою пробкою. Зібраний прилад вставляють в лазню. Спостерігають за станом мастила в ковпаку. Температура при якій падає перша крапля мастила через спеціальний отвір ковпачка, називається температурою краплепадіння.

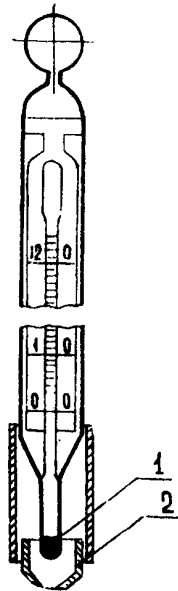


Рис. 2.17. Прилад (термометр) для визначення температури краплепадіння пластичних мастил

Колоїдна стабільність характеризує можливість виділення дисперсійного середовища (масла) із мастила при збереженні та експлуатації. Виділення масла із мастила збільшується при підвищенні температури і тиску. Дуже сильно на виділення масла із мастила впливає прикладення до нього однобічного тиску, наприклад, при дії на мастило відцентрових сил і тисків. З підвищенням температури колоїдна стабільність погіршується внаслідок зменшення в'язкості дисперсійного середовища.

Якісні мастила повинні виділяти невелику кількість масла при випробуванні у визначених стандартних умовах. Надмірно стабільні (“сухі”) мастила погано змащують вузли тертя. Особливо важливе виділення деякої кількості масла із мастила для запобігання підвищеного зносу, наприклад, у момент зрушення автомобіля з місця, тобто в стартові періоди. Виділення масла, поява шару масла на поверхні мастила при збереженні (явище синерезису), свідчить про “старіння” мастила, погіршення експлуатаційних властивостей. Такі мастила не придатні до експлуатації. Колоїдну стабільність мастил визначають за ГОСТ 7142—74.

Хімічна стабільність. Під хімічною стабільністю мастил розуміють їх стійкість проти окислення при зберіганні та експлуатації. Окислення мастил

понижує їх антикорозійні властивості, а також викликає їх розміщення, погіршення колоїдної стабільності, мастильної та захисної можливості. При підвищенні температури окислення мастил прискорюється.

На хімічну стабільність мастил впливає рід загусника та якість дисперсного середовища. Більшість неорганічних та органічних мастил переважають за хімічною стабільністю мильні мастила. В мильних мастилах окисленню піддаються масло та загусник. Мила деяких металів є сильними каталізаторами окислення, наприклад, свинцеві. Неможливо отримати хімічно стабільні мастила із масел з низькою хімічною стабільністю без додавання високоефективних антиокисних присадок. Хімічна стабільність дуже важлива для довгопрацюючих та “вічних” мастил, які заправляються в вузли тертя 1...2 рази на протязі 10...15 років або один раз за весь період експлуатації, а також мастил, працюючих при температурах 100 °С. Мастила з низькою хімічною стабільністю мають невеликий строк експлуатації, вимагають частої заміни, що веде до їх перевитрати. Поява твердої кірки на поверхні мастила при зберіганні свідчить про глибоке окислення мастила. Таке мастило не придатне до використання.

Сучасні мастила виготовляють з високоякісних масел та хімічно стійких загусників з добавкою антиокисних присадок, дезактиваторів металів. Корозійність мастил визначають за ГОСТ 9.080-77, а стабільність мастил проти окислення – за ГОСТ 5734-76.

Водостійкість передусім важлива для мастил працюючих в негерметичних вузлах тертя або контактуючих з водою. Мастила не повинні змиватися водою або змінювати свої властивості при попаданні в них вологи. При оцінюванні вологостійкості приймається до уваги гігроскопічність мастил. Обводнені мастила втрачають свої якості.

Вологостійкість мастил залежить, головним чином, від роду загусника. Основна маса мастил вологостійка. Недостатню вологостійкість мають комплексні кальцієві мастила, не зважаючи на те, що вони не розчинні у воді. Низькою вологостійкістю в комплексних мастилах володіють кальцієві мила низькомолекулярних органічних кислот, які є стабілізаторами структури.

Тому в склад комплексних кальцієвих мастил, працюючих в умовах високої відносної вологості повітря, необхідно вводити гідрофобізуючі присадки. Підвищеною вологостійкістю повинні володіти консерваційні – захисні мастила. Високу вологостійкість мають літієві мастила.

Пенетрація характеризує густину мастила. Показник чисто емпіричний, він не має практичного значення. Число пенетрації виражає глибину занурення стандартного конуса в мастило протягом 5 с при 25 °С. Чим м'якше мастило, тим глибше занурення конуса в мастило. Згідно ГОСТ23258-78 в найменуванні мастила входить індекс класу консистенції: 00, 0,1...7,0. Самі м'яккі мастила мають індекс класу консистенції “00”, самі тверді – “7,0”. Пенетрацію визначають за ГОСТ5346-78.

За значенням пенетрації, тобто за всією консистенцією, мастила мають 9 індексів класу консистенції:

Пенетрація при 25 °С	400...430	335...385	310...340	265...295	
за ГОСТ 5346-78					
Індекс класу	00	0	1	2	
консистенції					
Пенетрація при 25 °С	220...250	175...205	130...160	85...115	нижче 70
за ГОСТ 5346-78					
Індекс класу	3	4	5	6	7
консистенції					

Приклади позначень мастил наступні: СК_а2/8-2-“С” означає, що мастило загального призначення для звичайних температур (солідол); К_а – загусник - кальцієве мило; 2/8 - температурний діапазон використання в межах – 20...80 °С; 2- індекс класу консистенції.

МЛі 4/13-3 - “М” - багатоцільове мастило; Лі - загусник - літієве мило; 4/13 - температурний діапазон використання в межах – 40...+130⁰С; 3 - індекс класу консистенції У_{На}.

У_{На}3/12-е3 - “У” - вузькоспеціалізовані мастила; На - загусник-натрієве мило; 3/12-температурний діапазон використання в межах – 30...+120⁰С; е – масляна основа-складні ефіри; 3-індекс класу консистенції.

КТ6/5к—Г4 –“К” - канатне мастило; Т- загусник – тверді вуглеводи; 6/5 - температурний діапазон використання в межах – 60...+50 °С; к - виготовлена на основі кремнійорганічної рідини; г - тверда добавка графіту; 4 - індекс класу консистенції.

2.6.3 Асортимент мастильних матеріалів

Найбільш розповсюдженими водостійкими мастилами для змащування вузлів тертя різних машин та механізмів є кальцієві мастила – солідоли.

Синтетичні солідоли СКa2/7-2(ГОСТ4636-76) виготовляють загущенням масел середньої в'язкості гідратованими кальцієвими милами синтетичних жирних кислот, отриманих окисленням парафіну. Температура використання синтетичних солідолів не перевищує 50...70 °С. Вище цієї температури вони розпадаються. Солідол С можливо заправляти в вузли тертя до температури – 10 °С, а пресолідоли С - до температури – 20 °С.

Синтетичні солідоли володіють доброю колоїдною стабільністю. Їх використовують як консервативні мастила, тому що вони практично не змиваються дощем з відкритих поверхонь.

Прес-солідоли використовують для змащування вузлів тертя шасі автомобілів; солідол С – в якості літнього та зимового мастила в різних вузлах тертя. Недоліком останнього є відносно низька механічна стабільність.

Жирові солідоли (ГОСТ 1033-79) на відмінність від синтетичних загущуються кальцієвими милами жирних кислот, які входять до складу природних жирів. Жирові солідоли виготовляють двох марок: прес-солідол Ж та солідол Ж. Жирові солідоли взаємозамінні з синтетичними.

Графітна змазка СКa 2/6-г3 (УСеА) (ГОСТ3333-80) виготовляється з високов'язкого циліндрового масла з введенням кальцієвого мила і графіту. Ці мастила застосовуються для важконавантажених тихохідних механізмів, в ресорах, різьбових з'єднаннях, торсіонних підвісках і т.д. Температурна межа використання – 20...60 °С.

Жировий консталін (доскональне тугоплавке мастило УТ ГОСТ 23258-78) двох марок: консталін – 1-ОНа 2/11-3 та консталин - 2-ОНа2/11-4, які розрізняються температурою краплепадіння та значенням пенетрації. Отримують жирові консталіни загущенням очищеного або вилуженого мінерального масла натрієвими милами. Використовуються для підшипників кочення з температурою до 120 °С.

Автомобільне мастило ОНаКа 3/10-2(ГОСТ 9432-60) призначене для змащування підшипників маточин коліс, черв'ячного валу коробки передач та інших вузлів автомобіля. Воно майже нерозчинне, але емульгується при довгому перебуванні у вологій атмосфері. Маючи відносно м'яку консистенцію та понижену в'язкість при звичайних температурах це мастило добре змащує підшипники кочення. Температура краплепадіння – не нижче 150 °С.

Мастило МЛш 4/12-3 (Літол-24 ГОСТ 21150-75) - антифрикційне багатоцільове водостійке. Призначене для використання в вузлах тертя колісних та гусеничних транспортних засобах та виробничого обладнання, працюючих при температурах – 40...120 °С. Мастило Літол-24 виготовляється загущенням мінерального масла літєвими милами 12-оксистеаринової кислоти з добавкою антиокисної присадки.

Мастило УЛш4/13 (13-31) (ГОСТ24300-80) представляє собою синтетичне масло, загущене стеаратом літію та містить в'язкісну, антиокисну та антикорозійну присадки. Призначення мастила – закриті підшипники кочення, які працюють в інтервалі температур від – 40 до 130 °С.

Мастило ЦИАТИМ-201 (ГОСТ 6267-74) призначене для змащування пристроїв та механізмів, які працюють з малим навантаженням зсуву при температурах -60...90 °С.

Карданне мастило УНа2/10-2 (АМ) (ГОСТ5730-51) використовується для змащування поворотних цапф переднього ведучого моста автомобілів. Температура краплепадіння - не нижче 115 °С, пенетрація 220...270 при 25 °С.

Мастило Уніол відноситься за своїм складом до комплексних кальцієвих мастил, які виготовляються на милах високо- та низькомолекулярних кислот. Уніол водостійке навіть у киплячій воді.

Мінімальна температура використання Уніола однакова з мастилами 1-13 та солідолом С, а за максимальною температурою вона переважає їх та добре витримує робочу температуру десь 150...160 °С. Володіє доброю колоїдною стійкістю та високими протизадирними властивостями. Недоліком Уніола є його гігроскопічність, що вимагає зберігання його в герметичній тарі. Ці недоліки виключені в Уніолі-1, яке виготовляється на в'язкому авіаційному маслі. Уніол може використовуватися в якості одного автомобільного мастила в заміну солідолу, мастил 1-13, ЯНЗ-2 та ін.

Високотемпературні мастила призначені для вузлів тертя які працюють при температурі 150...200 °С. До цих мастил відносяться літакомоторне тугоплавке СТ (ГОСТ5573-67), ЦИАТИМ –221 (ГОСТ 9433-80) та ін.

Низькотемпературні мастила призначені для змащення при низьких температурах. До них відносять мастила ЦИАТИМ201 та 203 ,МС-70,ГОИ-54п та ін.

Мастило ЦИАТИМ–203 (ГОСТ 8773-73) призначене для змащування механізмів, працюючих при високих навантаженнях та при температурі – 50...90°С.

Консерваційні мастила – це мастила з вуглеводними загусниками: НТ 5/5-3 (ГОИ-54п), ПВК, які містять загусник церезин. Мастило НТ 5/5-3 (ГОИ 54п) (ГОСТ 3276-74) використовується для змащування пристроїв механізмів, працюючих при температурах – 40...50 °С, та захисту механічних поверхонь від корозії.

Пластичне мастило 3Т 5/5-5 (ПВК) (ГОСТ 19537-74) призначене для захисту від корозії металічних виробів при температурах – 50...50 °С в умовах складного зберігання на відкритих майданчиках під навісом та чохлами. Змазка ПВК виробляється сплавленням петрулатума з в'язким залишковим маслом, куди додатково вводять 5% церезима та присадки. Воно має високу водостійкість та стійкість, нерозчинне у воді, що дозволяє захищати деталі у воді протягом 10 років.

В таблиці 2.39 наведені деякі фізико-хімічні та експлуатаційні показники ряду пластичних мастил. Відповідність марок вітчизняних та закордонних пластичних мастил наведена в таблиці 3.40.

Таблиця 2.39. Характеристики деяких пластичних мастил

Товарне найменування	Температура краплепадіння, °С, не менше	Пенетрація при 25 °С, 10 ⁻⁴ мм	Межа міцності при 20 °С, Па	В'язкість при 0 °С та швидкості деформації 10 с ⁻¹ , Па·с	Колоїдна стабільність %, не більше
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-
<i>Антифрикційні мастила загального призначення</i>					
Солідол С	85 ...105	260...310	200...500 (при 50 °С)	< 190	1...5
Прес-солідол С	85...95	310...350	100...400 (при 50 °С)	< 90	2...10
Солідол Ж	78	230...290	196 (при 50 °С)	< 250	-
Графітна	77	250	100 (при 50 °С)	< 100	5
1-13	120	180...250	500...1000	< 500	20
Графітна	130	225...275	150...300	250...500	8...20
<i>Мастила багатопільові</i>					
Літол-24	185	220...250	500...1000	< 280	12
Фіол-1	185	310...340	> 250	< 200	25
Фіол-2	188	265...295	300	< 250	16
Фіол-2м	180	265...295	300	< 250	15
Алюмол	230	220...250	500...1000	< 250	12
<i>Мастила термостійкі</i>					
ЦИАТИМ-221	200	280...160	250...450	80...200	7
ВНИИ НП-207	250	220...245	250...500	180...200	7
ВНИИ НП-246	-	345	80...240 (при -80 °С)	500 (при -40 °С)	10
Уніол-1	200	280...320	200...500	< 160	10
Графітол	250	265...295	350...700	300...600	8
ПФМС-4с	-	-	100...200	200...250	1,6
Силикол	250	220...250	700...1000	< 550	9
Лимол	240	310...340	250	250	3

Мастила низькотемпературні					
ЦИАТИМ-201	175	Не нормується	250...500	< 1100 (при -50 °С)	26
ЦИАТИМ-203	160	250...300	250 (при 50 °С)	< 1000 (при -30 °С)	10
Лита	170	240...265	550...750	< 1000 (при -30 °С)	20
Зимол	190	240...290	300...1000	< 2000 (при -50 °С)	20
ГОИ-54п	61	200...245	150	< 1200 (при -50 °С)	6
Консерваційні (захисні) мастила					
Пушечне (ПВК)	60	90...150	-	-	1...4
ВТВ-1	54	-	> 1000	100...150	4,5
Мастила канатні					
Канатні 9у	65...75	-	-	2000	-
Торсиол-35б	65...80	350...360	-	800...1400	3
Торсиол-55	63...78	350	-	200...260	-
Ущільнюючі мастила					
Бензоупорні	35	30...80	> 2500	-	1,2
Замазка ЗЗК-3у	115	40...80	> 2000	-	-
Автомобільні мастила					
°АМ карданне	115	220...230	500...700	300...600	10..15
ЛСЦ-15	185	250...280	> 500	< 280	15
ШРБ-4	230	260...295	> 200	80...160	10
ШРУС-4	190	250...280	300...700	< 250	16
Фіол-2у	180	255...295	> 300	< 170	12
№158	132	305	150...500	< 400	23
МЗ-10	70	270	210	70...220	8
ЛЗ-31	188	220...250	500...600	< 280	12
Автомобільне	150	Не норм.	180 (при 50 °С)	< 200	-

Таблиця 2.40. Відповідність марок вітчизняних та закордонних пластичних мастил

Вітчизняне мастило, стандарт	Мастило закордонних фірм			
	Shell	Mobil	BP	Exon
Солідол С (ГОСТ 4366-76)	Uneda2,3; Livona3	Mobilgrease AA2;Greasrex D60	EnegreaseC2,C3 EnegreaseGP2, GP3	Chassis XX; Cazar K2
Прес-солідол (ГОСТ 4366-76)	Uneda1; Retinax C	Mobilgrease AA1	Enegrease C1,C3	ChassisL,H; Cazar K1
Графітне УСса (ГОСТ3333-80)	Barbatia 2,3,4	Crarhited No 3	EnegreaseC-3G; EnegraserGP-2G	Van Estan 2
ЦИАТИМ-201 (ГОСТ6267-74)	Aeroshell Grease 6	Mobilgrease BRB Zero		Beacom 325
Літол-24 (ГОСТ21150-87)	Alvania R3 Cyprina RA	Mobilux 3	Enegrease L2; Multi purpose	Beacom 3
Фіол-2М (ТУ38.101233-75)	Retimax AM	Litnium Special	Enegrease L21-M	Beacom Q2
ЦИАТИМ-221 (ГОСТ 9433-80)	Aeroshell 22C	Mobilgrease 28		Araren BC 290
Літа (ОСТ38.01295- 83)	Band B	Mobilgrease 28	Enegrease LC	Lotemp Moly
Зимол (ТУ38.201285-82)	Aeroshell 6	Mobilgrease BRBZero	Enegrease LT2	Beacom P230
№158 (ТУ 38.101320-77)	Retimax J	Litnium Special	Enegrease L2-M	Beacom Q2
ШРУС (ТУ 38.201312-81)	Alvania 2c MoS2	Mobilgrease Special	Enegrease L21-M	Nebula EP2

2.7. Масла іншого призначення

2.7.1 Індустріальні масла.

Індустріальні масла призначені для зменшення тертя, спрацювання та запобігання задирам тертьових поверхонь різноманітних машин та механізмів промислового обладнання: метало- та деревообробних верстатів, пресів, контрольно-вимірювальних приладів, насосів різного типу, гідросистем тощо. Змащувальні вузли та деталі залежно від застосованого обладнання значно відрізняються умовами роботи, температурними, навантажувальними та іншими характеристиками.

З метою уніфікації, поліпшення якості та розширення виробництва індустріальних масел для промислового обладнання передбачена єдина система

кваліфікації та їх позначення (ГОСТ 174794.-87). Вона враховує міжнародні класифікації індустріальних масел за в'язкістю (SAE) та областями застосування мастильних матеріалів (API).

Згідно з ГОСТ 17479.4-87 залежно від призначення індустріальні масла поділяють на чотири групи: Л, Г, Н і Т, які розрізняються між собою за складом, фізико-хімічними і експлуатаційними властивостями та цільовим призначенням. В таблиці 2.41 представлена класифікація індустріальних масел за призначенням.

Таблиця 2.41. Класифікація індустріальних масел за призначенням

Група	Призначення
Л	Легконавантажені вузли (шпінделі, підшипники та спряжені з ними деталі)
Г	Гідравлічні системи
Н	Напрямні ковзання
Т	Важконавантажені вузли (зубчасті та інші передачі, підшипники та спряжені з ними деталі)

Залежно від величини кінематичної в'язкості при температурі 40 °С стандартом індустріальні масла поділяють на вісімнадцять класів (табл. 2.42).

Таблиця 2.42. Класи в'язкості індустріальних масел.

Клас в'язкості	Кінематична в'язкість, мм ² /с	Клас в'язкості	Кінематична в'язкість, мм ² /с
1	2	1	2
2	1,9...2,5	68	61,0...75,0
3	3,0...3,5	100	90,0...110,0
5	4,0...5,0	150	135,0...165,0
7	6,0...8,0	220	198,0...242,0
10	9,0...11,0	320	288,0...352,0
15	13,0...17,0	460	414,0...506,0
22	19,0...25,0	680	612,0...748,0
32	29,0...35,0	1000	900,0...1100,0
46	41,0...51,0	1500	1350,0...1650,0

Крім того, згідно ГОСТ 17479.4-87 передбачено розподіл індустріальних масел на п'ять підгруп: А,В,С,Д і Е залежно від складу масла та рекомендованої області застосування (табл. 2.43).

Таблиця 2.43. Класифікація індустріальних масел за рівнем експлуатаційних властивостей.

Під група	Склад масла	Рекомендована область застосування
А	Нафтові масла без присадок	Шпінделі, підшипники, гідросистеми, напрямні ковзання, зубчасті передачі промислового обладнання, умови роботи яких не ставлять особливих вимог до антиокислювальних та антикорозійних властивостей масел.
В	Нафтові масла з антиокислювальними та антикорозійними присадками	Ті ж агрегати й вузли, умови роботи яких ставлять підвищені вимоги до антикорозійних та антиокислювальних властивостей масел.
С	Нафтові масла з антиокислювальними, антикорозійними й протиспрацьовувальними присадками	Ті ж агрегати й вузли з переважним тертям ковзання, а також вузли тертя, де використовуються антифрикційні сплави кольорових металів, умови роботи яких ставлять підвищені вимоги до антиокислювальних, антикорозійних та протиспрацьовувальних властивостей масел.
Д	Нафтові масла з антиокислювальними, антикорозійними, протиспрацьовувальними та протизадирними присадками	Елементи промислового обладнання з переважним тертям кочення й ковзання, умови роботи яких ставлять підвищені вимоги до антиокислювальних, антикорозійних, протиспрацьовувальних та протизадирних властивостей масла.
Е	Нафтові масла з протистрибковими присадками	Напрямні ковзання високоточних автоматизованих верстатів, умови роботи яких ставлять підвищені вимоги до антиокислювальних, адгезійних, протиспрацьовувальних, протизадирних та протистрибкових властивостей масла.

Відповідно до класифікації для позначень індустріальних масел виділяють чотири групи знаків, розділених між собою дефісом. Знак першої, тобто літера И, вказує на приналежність масел до індустріальних, знаки другої групи (Л, Г, Н, Т) характеризують масла за їх призначенням, знаки третьої групи (А, В, С, Д, Е) характеризують масла за експлуатаційними властивостями, знаки четвертої групи, тобто цифри, позначають клас в'язкості масла. Наприклад, позначення масла И-Г-А-32 (И-20А) означає: воно індустріальне (И); призначене для гідравлічних систем метало- та деревообладнання (Г); без присадок (А); належить до 32 класу в'язкості.

Асортимент індустріальних масел включає біля 100 найменувань. Найбільше розповсюдження в сільськогосподарському виробництві, машинобудуванні та інших сферах народного господарства одержали мало- та середньов'язкі масла групи Л і Г без присадок, характеристика окремих із яких наведена в таблиці 2.44.

Таблиця 2.44. Характеристика окремих індустріальних масел.

Марка масла за ГОСТ 17497.4-89	Кінематична в'язкість, мм ² /с		Температура, °С		Густина кг/м ³
	При 40°С	При 50°С	Спалаху, не нижче	Застигання, не вище	
И-Л-А-7 (И-5А)	6...8	4...5	140	-18	870
И-Л-А-10 (И-8А)	9...11	6...8	150	-15	880
И-Л-А-15 (И-12А)	19...25	10...14	170	-30	880
И-Л-А-32 (И-20А)	19...35	17...23	200	-15	890
И-Л-А-46 (И-30А)	41...51	28...33	210	-15	890
И-Л-А-68 (И-40А)	61...75	37...45	220	-15	900
И-Л-А-100 (И-50А)	90...110	47...55	225	-15	910

Основне призначення деяких із них наведено нижче.

Масла И-Л-А-7 та И-Л-А-10 застосовують для змащення найбільш розповсюджених високошвидкісних вузлів та механізмів, замаслювання волокон і у виробництві масел різного призначення. Їх також використовують у гідравлічних системах будівельних машин.

Масло И-Л-А-15 служить для змащування шпінделів металорізальних верстатів, працюючих із частотою обертання до 5 тис. хв⁻¹, підшипників малопотужних електродвигунів з кільцевою системою змащення, застосовують у гідросистемах верстатів і деяких сільськогосподарських машинах. Його також використовують для виготовлення масел з присадками та пластичних матеріалів.

Масла И-Г-А-32, И-Г-А-46, И-Г-А-68, И-Г-А-100 застосовують як робочі рідини в гідравлічних системах верстатного обладнання, для змащення легко- та середньонавантажених зубчатих передач, пресів, напрямних кочення та ковзання верстатів й інших механізмів, де непотрібні спеціальні масла.

У зв'язку із застосуванням у гідравлічних системах сучасного промислового обладнання фільтрів тонкої очистки вказані масла замінюють легованими мастильними матеріалами, що відповідають їм за в'язкістю.

Масла И-Г-С-32 (ИГП-18), И-Г-С-46 (ИГП-30), И-Г-С-68 (ИГП-38, ИГП-49) призначені для гідравлічних систем верстатів, автоматичних ліній, пресів. Використовують також для змащування високошвидкісних коробок передач, мало- та середньонавантажених редукторів та черв'ячних передач, варіаторів, електромагнітних і зубчастих муфт та інших вузлів і механізмів із збільшенням у 2...4 рази строком зміни. При необхідності можуть використовуватися в гідравлічних системах сільськогосподарської техніки.

Особливу групу індустриальних масел становлять змащувальні матеріали для напрямних ковзання високоточних металорізальних верстатів, умови роботи яких відрізняються високими навантаженнями й можливістю дуже низьких швидкостей руху. Тому змащувальні матеріали для напрямних металорізальних верстатів містять так звані антистрибкові присадки, що знижують тертя при відносно низьких швидкостях руху.

Для змащування напрямних ковзання (швидкість переміщення 0,016...3,3 мм/с) та кочення металорізальних верстатів, передач ходової гвинт-гайка, верстатів високої точності та інших, де потрібна рівномірність повільних переміщень без ривків, а також для змащування пневматичного бурильного інструмента застосовують масла И-Н-Е-68 (ИНС_п-40), И-Н-Е-100 (ИНС_п-65), И-Н-Е-220 (ИНС_п-110).

Для зубчатих і черв'ячних передач, коробки передач, редукторів, мотор-редукторів, зубчатих муфт, працюючих при середніх та високих навантаженнях, у тому числі і ударних, а також для всіх середньонавантажених елементів верстатного обладнання й автоматичних ліній використовують масла И-Т-Д-68 (ИР_п-40), И-Т-Д-100 (ИР_п-75) і И-Т-Д-220 (ИР_п-150). Крім цього ці масла можна використовувати для змащування напрямних ковзання верстатів, за винятком верстатів високої точності, а також у циркуляційних системах змащення різноманітних механізмів, працюючих при підвищених навантаженнях.

2.7.2 Турбінні масла.

Турбінні масла призначені для змащування і охолодження вузлів тертя парових, газових турбін, їх турбокомпресорів, турбоповітродувок, турбонасосів та генераторів електричного струму, а також виконують функції гідравлічних масел у системах регулювання роботи турбіни. Ці масла також використовують у циркуляційних та гідравлічних системах різноманітних промислових механізмів.

У турбінних установках змащувальні масла працюють у жорстких умовах при високій температурі (60...100 °C), при високому навантаженні й кратності циркуляції масла, контактуючи при цьому з киснем повітря, вологою, металами й різноманітними хімічними активними речовинами. Тому турбінні масла повинні мати хорошу стабільність проти окислення, не утворювати стійких емульсій з водою та піни, мати добрі змащувальні, протиспрацювальні та протизадирні властивості і захищати металеві поверхні від корозії.

У сільськогосподарському виробництві найширше застосовують масла Т_п-22_с і Т_п-30. Основний асортимент турбінних масел Т_п-22_с (ТУ 38, 101821-83), Т_п-30 і Т_п-46 (ГОСТ 9972-71) одержують з парафінових нафт із застосуванням очистки селективним розчинником з додаванням антиокислювальних, десмульгуючих, антикорозійних та інших присадок.

При легких умовах роботи по навантаженню й температурі застосовують масла без присадок. Їх виготовляють із високоякісних малосірчистих безпарафіністих нафт шляхом кислотної очистки з доочисткою землею.

Основні фізико-хімічні властивості турбінних масел й область їх застосування наведені в таблиці 2.45.

Таблиця 2.45. Фізико-хімічні властивості й область застосування турбінних масел.

Марка масла	Кінематична в'язкість при 50°C, мм ² /с	Індекс в'язкості	Температура, °C		Кислотне число, мг КОН/г, не більше	Область застосування
			спалаху, не нижче	Застигання, не вище		
Тп-22с	20...23	90	186	-15	0,10	Високооборотні парові турбіни турбокомпресорні машини, відцентрові компресори, гідросистеми металорізального обладнання
Тп-22	20...23	70	180	-15	0,02	
Тп-30	28...32	90	190	-10	0,50	Газотурбіни, низькооборотні парові турбіни, турбо- і відцентрові компресори в парі з високооборотними навантаженими редукторами
Т-30	28...32	65	180	-10	0,02	
Тп-46	44...48	90	220	-10	0,5	Допоміжні системи турбоустановок з частотою обертання до 1500 хв. ⁻¹
Т-46	44...48	60	195	-10	0,02	

2.7.3 Обкаточні масла.

Для забезпечення надійної і економічної експлуатації двигунів необхідна заводська і післяремонтна технологічна обкатка. При всезростаючому випуску тракторних і автомобільних двигунів заводська обкатка обмежується звичайно 1...2 год, а основне припрацювання деталей проходить в початковий період експлуатації техніки на часткових навантаженнях.

В процесі припрацювання зменшується шорсткість, змінюються фізико-хімічні властивості поверхневих шарів металу, утворюються захисні плівки на тертьових поверхнях деталей. Крім того, повною мірою виправляються погрішності механічної обробки, спотворення геометричної форми і неточності взаємного розташування деталей.

Важлива умова повного припрацювання — правильний вибір швидкісного, навантажувального і температурного режимів, які повинні забезпечувати обкатку без підвищеного зносу поверхонь тертя. Велике значення має і якість змащувальних матеріалів, що використовуються, оскільки

початкова робота з'єднань проходить в умовах змішаного (граничного, рідинного і сухого) тертя.

Найсприятливіші умови обкатки будуть тоді, коли масло має добру прокачуваність, охолоджуючі властивості і в той же час створює на поверхнях тертя надійну масляну плівку. Цим вимогам відповідають масла середньої в'язкості: 25...60 мм²/с при 50 °С. Обкатку дизелів потрібно проводити на маслах з в'язкістю 40...45 мм²/с при 50°С і 8 мм²/с при 100°С. Для менш навантажених карбюраторних двигунів краще використовувати масла в'язкістю 30...40 мм²/с при 50°С і 6 мм²/с при 100 °С. Широко вживані для обкатки на моторобудівних і ремонтних заводах моторні масла не володіють достатніми припрацювальними і протизадирними властивостями, тому не вдається досягти повного припрацювання за короткий період заводської обкатки.

Найповнішим вимогам задовольняє спеціальне обкатувальне масло ОМ-2 (ТУ 38101325—72), яке виготовляють на базі зимового масла ДС-8 з введенням 2,5 % припрацювальної сірковмісної присадки (дипроксид), 2% ПМСя, або ПМС, і 2 % ЦИАТИМ-339, що поліпшує миючі властивості (лужне число масла більше 1,8 мг КОН/г при зольності 0,35%). Для зниження піноутворення додають піногасник ПМС-200А. В процесі обкатки на маслі ОМ-2 на деталі виділяється активна сірка, яка змінює структуру поверхневих шарів, утворюючи сульфід металів, що володіють підвищеною пластичністю. Процес припрацювання істотно прискорюється. За період заводської обкатки повністю завершується припрацювання підшипників колінчастого валу, що обумовлює його низький знос при подальшій роботі на звичайних маслах.

Застосування одних тільки обкатувальних масел не прискорює припрацювання деталей циліндро-поршневої групи (особливо верхнього компресійного кільця) через підвищену їх зносостійкість, а також значних відхилень геометричної форми. Прискорити обкатку можна, застосовуючи припрацювальні присадки до палива. Вони повинні бути ефективними, стабільними, легко розчинятися в паливі, не викликати корозію і знос деталей паливної апаратури.

У відповідності до ТУ 38 101368—73 виробляють припрацювальну

присадку АЛП-2, що є розчином органічних сполук алюмінію в маслі. Вона придатна для обкатки двотактних карбюраторних двигунів. Підвищеними експлуатаційними властивостями (нижче температура застигання, краща фільтруємість) володіє присадка АЛП-3, в якій масло замінено дизельним паливом.

Припрацьовувальну присадку вводять в паливо в концентрації 2,5%. При згоранні палива утворюється окисли алюмінію з середнім розміром частинок 2 мкм. Твердість їх вище, ніж у поршневих кілець, гільз циліндрів. Тому за короткий період заводської обкатки відбувається повне припрацювання деталей циліндро-поршневої групи. Значно знижується угар масла, а також витрата нафтопродуктів в початковий період експлуатації автомобілів і тракторів. Якщо після капітального ремонту і обкатки двигуна СМД-62 із застосуванням звичайного палива угар масла в середньому складав 2,5% витрати палива, то при використуванні присадки АЛП-2 він скоротився до 0,8...1,0 %.

Краще всього для обкатки дизелів використовувати разом масло ОМ-2 і присадку АЛП-2. При цьому за 45...60 хв. відбувається повне припрацювання основних з'єднань двигуна, рівноцінне шестидесяти годинній експлуатаційній обкатці на звичайному маслі і паливі.

2.7.4 Компресорні масла.

Компресорні масла використовують для змащення різноманітних вузлів та деталей компресорних машин, їх охолодження, а також для герметизації компресорного обладнання. Умови роботи масла в компресорі залежить від особливостей його конструкції, ступеня стиску й температури нагрівання.

Поршневі компресори забезпечують найвищі ступені стиску, тому при їх експлуатації ставлять підвищені вимоги до масла. Температура в зоні тертя сучасних теплонапружених вузлах компресорів досягає 220 °С. Під час роботи компресора масло, стикаючись з нагрітим повітрям, зазнає окислюючої дії кисню. Тому компресорне масло повинно мати високу температуру спалаху.

Застосування нестабільних масел може викликати відкладення нагару на клапанах, поршнях, поршневих кільцях, що порушує нормальну роботу компресора. Утворення відкладень коксу поряд з термічною стабільністю масла залежить також від його в'язкості. Масла з меншою в'язкістю утворюють менше відкладень в системі нагнітання. Від в'язкості масла залежить також втрати енергії на тертя, спрацювання тертьових поверхонь деталей, ущільнення поршневих кілець, швидкість запуску компресора, температура поверхонь тертя.

Масла для компресорів одержують у вузькому діапазоні температур кипіння з нафтової нафти у вигляді вакуумних дисцилятів, ретельно очищених від асфальтенів та інших нестабільних компонентів. Масла для компресорів невеликої продуктивності не містять присадок. При використанні в теплонапружених поршневих компресорах масла містять антиокислювальні, антикорозійні, миючі та інші присадки.

Класифікація компресорних масел передбачає поділ їх на 4 групи залежно від умов застосування й температури нагрівання:

- 1 – помірний режим роботи при температурі нагнітання $<160^{\circ}\text{C}$;
- 2 – те ж, при температурі нагнітання $<180^{\circ}\text{C}$;
- 3 – важкі умови роботи при температурі нагнітання $<200^{\circ}\text{C}$;
- 4 – компресори високого тиску при важких умовах роботи й температурі нагнітання $<200^{\circ}\text{C}$.

Відповідно до класифікації в маркуванні масел літера “К” означає приналежність до компресорних масел. Цифра після “К” за винятком першої групи, вказує групу масел, і наступна після дефісу цифра характеризує кінематичну в'язкість при 100°C .

Приклади позначень:

- К-12 – масло компресорне, першої групи з класом в'язкості 12 при 100°C ;
- КЗ-10 – масло компресорне, третьої групи з класом в'язкості 10 при 100°C .

Основні фізико-хімічні властивості застосування компресорних масел наведені в таблиці 2.46.

Таблиця 2.46. Характеристика компресорних масел.

Марка масла	Кінематична в'язкість при 100 °С, мм ² /с	Індекс в'язкості	Кислотне число, мг КОН/г не вище	Температура, °С		Область застосування
				спалаху, не нижче	застигає, не вище	
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-
К-12 ГОСТ 1861-73	11...14	-	0,15	216	-25	Поршнєві компресори низького і середнього тиску (до 4 МПа) при температурі оточуючого повітря – 25 °С
К-19 ГОСТ 1861-73	17...21	-	0,10	245	-5	Поршнєві компресори середнього і високого тиску
КС-19 ГОСТ 9243-75	18...22	92	0,02	260	-15	Поршнєві компресори середнього і високого тиску
К-28 ОСТ 38012282-82	26...30	80	0,04	275	-10	Багатоступінчасті поршнєві компресори високого тиску в тому числі для повітря-розподільних установок
КЗ-10 ТУ 38 401724-88	8,8...10,5	90	0,2	205	-10	Поршнєві теплонапружені компресори, а також ротаційні компресори де необхідні підвищені змащувальні властивості

2.7.5 Масла для компресорів холодильних установок.

У холодильних установках масла застосовують для змащування вузлів тертя компресорів, що перекачують холодоагенти – аміак, діоксид вуглецю, галогеноподібні (фреони) та ін. Окрім змащення, вони забезпечують також відведення тепла від третюх поверхонь та ущільнення компресійної камери. Діапазон застосування масел для компресорів холодильних машин дуже широкий: від невеликих холодильників з постійним завантаженням холодоагенту на весь строк служби до холодильників промислових установок.

До масел для холодильних компресорів ставлять специфічні вимоги, обумовлені безперервним контактом з холодоагентом та постійною зміною температури і тиску середовища. У таких умовах експлуатації особливе значення має хімічна стабільність масла в суміші з холодоагентом та розчинність масла в ньому при низьких температурах. Зокрема масла для перспективних низькотемпературних холодильних установок повинні бути розчинні у таких холодоагентах, як R22 та R502 при температурах -50°C , -60°C у кількості, що відповідає виносу масла у випарнику (приблизно 10%). Компресори холодильних установок працюють без доступу повітря, тому окислювальні процеси в маслі незначні. Однак термічні навантаження на масло досягають великих значень. При стиску холодоагенту температура масла в камері стиснення може досягти 160°C та вище, тому воно повинно мати достатньо високу в'язкість. У той же час, враховуючи можливість попадання масла у випарник, підвищені вимоги ставлять до низькотемпературних властивостей системи масло-холодоагент.

При низьких температурах масло повинно бути плинним, не виділяти кристали парафіну та мати низьку температуру застигання, що б не застигати на охолоджених поверхнях випарника. На низькотемпературні властивості негативно впливає волога, тому перед застосуванням масла для холодильних установок повинні бути ретельно висушені.

Масла для холодильних установок являють собою високоочищені нафтопродукти, одержані в основному на нафтовій основі. Для кращої сумісності з галогенованими холодоагентами та для запобігання можливому утворенню відкладень мінеральні масла піддають депарафінізації. Для компресорів холодильних установок нафтопереробні підприємства випускають масла серії ХА та ХФ (ГОСТ 5546-86) (табл. 2.47).

Крім того застосовують синтетичне масло ВНИИНЛ ХС-40 (ТУ 38 101763-78) і нафтове масло ХМ-35 (ТУ 38 1011158-88).

Таблиця 2.47. Характеристика масел для компресорів холодильних установок.

Марка масла	Кінематична в'язкість при 50°C, мм ² /с	Температура, °C		Область застосування
		спалаху, не нижче	спалаху, не нижче	
ХА (фригус)	11,5...14,5	190	-37	Компресори, які працюють на аміаку або CO ₂ .
ХА-30	28...32	185	-38	Компресори, які працюють на фреоні 12 з температурою конденсації не вище -50°C.
ХФ-12-16	≥16	174	-42	Компресори, які працюють на фреоні 12 з температурою конденсації не вище -50°C.
ХФ-22-24	24,5...28,4	130	-55	Компресори, які працюють на фреоні 22 з при температурі кипіння до -70°C.
ВНИИНП ХС-40	37...42	200	-45	Компресори, які працюють при температурах від -50°C до 150°C.
ХМ-35	32...37	190	-37	Для компресорів судових холодильних машин.

2.7.6 Електроізоляційні масла.

До електроізоляційних масел належать трансформаторні, конденсаторні, кабельні та для електричних масляних вимикачів. Як рідкі діелектрики їх застосовують в ролі ізолюючих засобів струмонесучих частин електрообладнання (силових трансформаторів і реакторів, вимірювальних трансформаторів струму й напруги, конденсаторів, кабелів, масляних вимикачів тощо). Такі масла забезпечують відведення теплоти, а також сприяють швидкому гасінню електричної дуги в масляних вимикачах.

Трансформаторні масла. Характерні для сучасних трансформаторів жорсткі умови роботи — вплив електричного поля, нагрівання масла — поряд з вимогами забезпечення високої надійності й довговічності обладнання обумовлюють підвищення вимог до якості застосовуваного масла.

Під час роботи трансформатора в його осерді та обмотках виникають втрати електричної енергії, внаслідок яких трансформатор нагрівається. Тому особливою функцією трансформаторного масла, крім ізоляції, є відведення

тепла шляхом примусової циркуляції або термосифонного охолодження. Для забезпечення ефективного тепловідведення в трансформаторах застосовують малов'язкі мінеральні масла (до 30 мм²/с при 20°C) з добрими низькотемпературними властивостями. Температура застигання вітчизняних трансформаторних масел відповідно до вимог міжнародної електричної комісії (МЕК) не перевищує -45 °C.

При змінному електричному полі в трансформаторному маслі, як у будь-якому діелектрику, виникають втрати енергії, пов'язані з процесами поляризації атомів і молекул. У добре очищених маслах, що не містять вологи, дуже мало полярних речовин, тому діелектричні втрати в них дуже незначні. Однак вони можуть помітно зростати із старінням масла в процесі роботи електрообладнання. Утворені в маслі продукти окислення погіршують його електроізоляційні та тепловідвідні властивості. Тому до найважливіших якісних характеристик трансформаторних масел належить висока стійкість проти окислення. Для підвищення стабільності масел проти окислення в них додають антиокислювальну присадку іонол, яка не впливає помітно на діелектричні властивості масел.

Тангенс кута діелектричних втрат є показником якості масла, чутливим до наявності в ньому різноманітних забруднень.

Визначення $tg\sigma$ дозволяє виявити незначні зміни властивостей масла навіть при невеликому забрудненні, які не визначаються хімічними методами контролю.

Як сировину для одержання трансформаторних масел використовують високоочищені дистиляти переважно з малосірчистих безпарафінових нафт, які википають при 280... 420 °C.

Масла для електричних масляних вимикачів. Масла для вимикачів застосовують для захисту контактів вимикачів високовольтних ланцюгів від перегорання, викликаного іскрінням, а також для швидкого вимикання електроенергії. Лише малов'язкі електроізоляційні масла, що мають достатню плинність при робочих температурах, здатні охолоджувати електричну дугу,

яка виникає при розмиканні електродів. Щоб уникнути корозії контактів, масла для вимикачів не повинні мати корозійно-агресивне середовище.

Кабельні масла. У високовольтних кабелях як просочувальне та ізоляційне середовища застосовують спеціальні масла. Як і всі електроізоляційні масла, вони повинні мати хороші діелектричні властивості — низький тангенс кута діелектричних втрат та високу електричну міцність. Електрична міцність (напруга пробою), як міра ізоляційної властивості для вітчизняних масел залежно від області застосування, складає 150...210 кВ/см² (при частоті струму 30 Гц і температурі 20 °С).

Тривала експлуатація кабельних масел без зміни діелектричних властивостей забезпечується потрібною стабільністю їх проти окислення.

Конденсаторні масла. Для просочування та заповнення ізоляції багатьох конденсаторів застосовують нафтові масла. Конденсаторні масла характеризуються високими діелектричними властивостями та стабільністю проти окислення. Згідно з ГОСТ 5775—68 випускають дві марки конденсаторних масел: сірчаноокислотної очистки з малосірчистих малопарафіністих нафт і фенольної очистки з низькотемпературною депарафінізацією з сірчистих парафіністих нафт з додаванням 0,2% антиокислювальної присадки іонолу.

Основні властивості та області застосування електроізоляційних масел наведені в таблиці 2.48.

2.7.7 Консерваційні масла.

У сільськогосподарському виробництві частина машин (збиральні комбайни, посівні та інші машини, знаряддя) використовуються сезонно і більшу частину року перебувають на зберіганні. При перервах у використанні сільськогосподарських машин спрацьовування їх деталей не припиняється, а в деяких випадках, якщо зберігання машин організовано невірно, навіть збільшується.

Коли машини (механізми) не працюють, на робочих і неробочих поверхнях їх деталей створюються реальні умови для розвитку різноманітних корозійних процесів. У таких умовах експлуатації надійність роботи сільськогосподарської техніки багато в чому визначається ефективністю захисту металевих поверхонь від корозії.

Як захисні мастильні матеріали застосовують рідкі та пластичні продукти. Консерваційні рідкі мастильні матеріали на відміну від консерваційних пластичних мастил мають ряд переваг. Вони легко наносяться на поверхні деталей ручним або механічним способом без підігрівання і за необхідністю легко змиваються з них.

До консерваційних нафтових мастильних матеріалів ставлять такі вимоги:

- надійно захищати від корозії чорні, кольорові метали та їх сплави протягом заданих строків під час експлуатації машин і механізмів у різних режимах;
- бути вологостійкими та мати хорошу адгезію в широкому температурному діапазоні;
- бути нетоксичними, вибухо- й пожежобезпечними;
- не піддавати руйнівному впливу лакофарбові покриття, гумові ущільнення та інші матеріали.

Основними компонентами всіх видів захисних мастильних матеріалів є інгібітори корозії. Застосування інгібованих мастильних матеріалів для різноманітних видів виробів, умови їх зберігання та транспортування регламентуються нормативно-технічною документацією, а також спеціальними стандартами.

Загальні вимоги до консервації металевих виробів у сільському господарстві викладені в ГОСТ 7751—85 «Зберігання техніки».

Таблиця 2.48. Характеристика електроізоляційних масел.

Марка масла	Кінематична в'язкість при 50°С, мм ² /с	Кислотне число, мг КОН/г, не більше	Температура, °С		Тангенс кута діелектричних втрат (tgσ) при 100°С, не більше	Область застосування
			спалаху, не нижче	застигання, не вище		
Трансформаторні:						
ТКп	9	0,02	135	-45	2,2	Обладнання напругою до 500 кВ.
Масло адсорбційної очистки	5...9	0,02	135	-45	0,5	Обладнання напругою до 220кВ
Масло селективної очистки	≤9	0,02	150	-45	1,7	Обладнання напругою до 220кВ.
Т-750	≤8	0,01	135	-55	0,5	Обладнання напругою до 750кВ
Т-1500	≤8	0,01	135	-45	0,5	Обладнання напругою до 1500кВ
ГК	9	0,01	135	-45	0,5	Обладнання вищих класів напруги
Масла для вимикачів:						
МВ	≥2	0,02	94	-70	0,5	Вимикачі зовнішньої установки, що не мають підігріву в зимовий період
Кабельні:						
КМ-25	≥23 при 50°С	0,06	225	-10	0,01	Для варіння просочувальних мас силових кабелів напругою до 35 кВ з паперовою ізоляцією
С-220	≥50	0,02	180	-30	0,002	Для заливання кабелів високого тиску
МН-4	<10	0,44	135	-45	0,003	Маслонаповнювальні кабелі низького і середнього тиску, з'єднувальні муфти підживлювальної апаратури
Конденсаторні:						
Масло сірчано-кислотної очистки	12	0,02	135	-45	0,005	Заповнення і просочування ізоляції паперово-масляних конденсаторів
Масло фенольної очистки	9	0,02	150	-45	0,005	Заповнення і просочування ізоляції паперово-масляних конденсаторів

Досить широко для консервації застосовують технічний вазелін УН (ГОСТ 782-59). Аналогічні властивості і область застосування має масло ПВК (ГОСТ 19537—74), захисні властивості якого дещо поліпшені за рахунок введення протикорозійної присадки. Її можна наносити (в розплавленому стані або у вигляді бензинового розчину) на зовнішні поверхні тракторів і іншої сільськогосподарської техніки, що зберігається на відкритих майданчиках. Вона надійно оберігає поверхні від корозії протягом 1...2 років.

Рідкі масла консервацій К-17 (ГОСТ 10877—76), НГ-203 (ГОСТ 12238-77), НГ-204у (ГОСТ 18974—73) готують на основі мінерального масла з додаванням твердих вуглеводнів і різного типу захисних присадок. Вони мають ряд переваг: можливість нанесення без підігріву, у тому числі з труднодоступні внутрішні перетини, не потрібне розконсервовування і т.д.

При консервації з агрегатів зливають робоче масло, після чого прокачують масло К-17, надлишок зливають. Під свічки або форсунки двигунів заливають 60...80г масла і прокручують колінчастий вал двигуна від руки (5...6 оборотів). Заздалегідь відключають масляні фільтри.

Перспективно використання воскових складів ПЕВ-74 (ТУ 38 101103—71), захисної водно-воскової дисперсії ЗВД-13 (ТУ 38 101716—78). Вони призначені для консервації лакофарбних покриттів, металевих поверхонь, пластмасових деталей, гумотехнічних виробів. Наносять їх на підготовлені (миття, сушка) поверхні щіткою, зануренням, розпилюванням. Гарантійний термін захисної дії при відкритому зберіганні техніки до 12 місяців.

Все ширше застосовують для консервації інгібіровані плівкові покриття типу НГ-216 масплин) (ТУ 38 101427—76), у складі яких міститься інгібітор корозії. Вони утворюють на поверхні деталей захисну плівку, надійно оберігаючи метал від корозії. Покриття наносять розпиленням, зануренням, щіткою. Після висихання товщина стінки складає 100...500 мкм.

Склад НГ-216 випускають трьох марок. Марки А і Б- напівтверді продукти чорного кольору, В – желеподібна, світло-коричньова. Покриття А

застосовують для захисту від корозії зовнішніх поверхонь металовиробів, що зберігаються на складах і на відкритих площадках в особливо жорстких умовах; покриття Б – для захисту зовнішніх поверхонь металовиробів, в тому числі підкузовної частини і двигуна, а також запчастин; покриття В – для захисту зовнішніх поверхонь металовиробів і запчастин, що зберігаються в середніх і легких умовах.

Для захисту прихованих перерізів кузовів автомобілів використовують склад НГМ-МЛ (ТУ 38 101767-84), який після застигання утворює напівтверду воскоподібну плівку. Аналогічний за призначенням склад Мольвин-МЛ.

Для захисту від корозії прихованих порожнин автомобілів служить автоконсервант “Мовиль” (ТУ 6.151131-78). Він являє собою розчин присадки АКОР-1, окисленого петропатума, церезину, оліфи і ряду інших з'єднань в уайт-спіриті.

Особливу групу представляють робочо-консерваційні масла, які забезпечують не тільки тривалу консервацію двигунів, агрегатів трансмісії, але й надійну роботу в процесі експлуатації. Наприклад, присадку АКОР-1 (ГОСТ 15171-70), що являє собою 10% розчин технічного стеарину в мінеральному маслі, можна використовувати не лише як самостійним продукт для консервації техніки, але і як присадку, що надає консерваційні якості моторним маслам. В моторне масло вводять до 5% присадки АКОР-1 і прокручують двигун, при цьому на поверхні деталей утворюється захисна плівка.

В теперішній час створюють робочо-консерваційні масла для двигунів, агрегатів трансмісій, гідравлічної і гальмівної системи.

З введенням в масло до 30% присадки АКОР-1 отримують масла для зовнішньої консервації агрегатів тракторів, комбайнів і сільськогосподарських машин при зберіганні в самих різноманітних умовах.

Розділ 3. ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ТЕХНІЧНИХ РІДИН

Нарівні з паливами і мастильними матеріалами при експлуатації автомобілів і другої сільськогосподарської техніки широко застосовуються технічні рідини. Призначення рідин різноманітне. Це полегшення пуску двигуна і його охолодження при роботі; полегшення обробки металів різанням; очищення поверхні деталей від забруднення тощо. У зв'язку з цим технічні рідини в залежності від призначення значно відрізняються за своїм складом і властивостями.

3.1. Рідини для систем охолодження двигунів

3.1.1 Призначення та основні вимоги до охолоджувальних рідин

При спалюванні палива в двигуні частина тепла йде на нагрів стінок камери згоряння та всього двигуна. При досягненні критичної температури двигун перегрівається, при цьому погіршується наповнення циліндрів та умови мащення, з'являється детонація, калильне запалювання, збільшується витрата палива та знижується потужність двигуна. Для підтримування нормальної температури двигуна його охолоджують, використовуючи для цього охолоджувальні рідини.

До охолоджувальних рідин висувають наступні вимоги:

- висока температура кипіння (щоб запобігти утворення парових пробок та втрат рідини);
- висока теплоємність та теплопровідність;
- висока хімічна та фізична стабільність;
- корозійна пасивність;
- не вступати в реакцію з гумовими деталями;
- оптимальна в'язкість;
- відсутність утворення накипу;
- низька вартість та недефіцитність;
- нетоксичність та пожежобезпечність.

При температурах вище нуля всім перерахованим вимогам відповідає *вода*, основними перевагами якої є нешкідливість, доступність, низька вартість. В'язкість води забезпечує легкість її циркуляції в системі охолодження. Вода володіє великою теплоємністю.

Поки ще немає охолодної рідини, яка повністю відповідала б даним вимогам. Широке застосування в системах охолодження двигунів одержала вода, а при низьких температурах – низькозамерзаючі охолодні рідини.

3.1.2 Використання води у якості охолодної рідини

Найбільш розповсюдженою рідиною, що використовується для охолодження, є вода. Вона має саму високу теплоємність $4,19 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$, велику теплопровідність, невелику кінематичну в'язкість ($\nu_{20^\circ\text{C}} = 1 \text{ мм}^2/\text{с}$) та велику теплоту випаровування.

При використанні води в якості охолодної рідини утворення відкладень в системі охолодження двигуна визначається в основному наявністю розчинених у воді солей, що утворюють накип.

Використовувати технічну воду слід після попередньої її пом'якшення (кип'ятіння, обробки вапном та содою) або з додаванням протинакипних присадок (антинакипинів). Наприклад, калієвий хромпик $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ при концентрації його від 5 до 10 г в 1 л води здатний перетворювати солі у речовини, що не утворюють накип.

Використання любого антинакипина повинна випереджати очищення системи охолодження від утвореної раніше накипи.

На рис. 3.1 приведена схема установки для пом'якшення жорсткої води.

Вода, як охолодна рідина має переважне застосування, оскільки недефіцитна, має високу теплоємність, пожежобезпечна і нетоксична. Однак їй властиві суттєві експлуатаційні недоліки. Це – висока температура замерзання (0°C), що дуже ускладнює її застосування взимку. До того ж при замерзанні вода збільшує свій об'єм на 10 % (рис. 3.2), тому при утворенні

льоду в системі охолодження виникає тиск до 200...300 МПа, що призводить до поломок двигуна і радіатора.

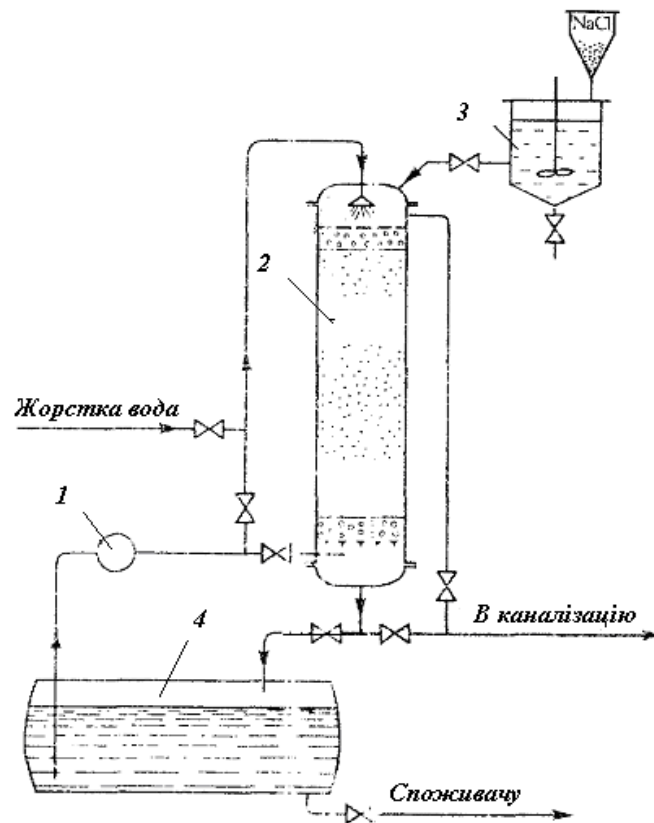


Рис. 3.1. Схема стаціонарної катіонітової установки для пом'якшення жорсткої води:

1 – насос; 2 – катіонний фільтр з сульфонованим вугіллям;
3 – мішалка для приготування розчину повареної солі; 4 – збірник пом'якшеної води

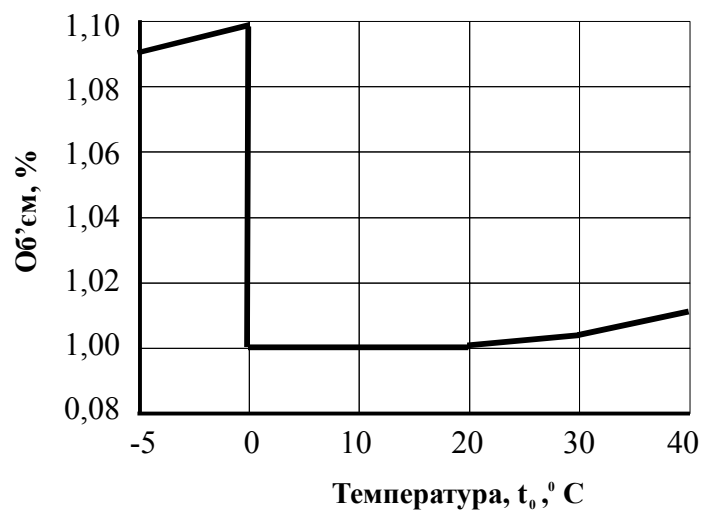


Рис. 3.2. Залежність об'єму води від температури

Низька температура кипіння веде іноді до закипання води в системі охолодження, інтенсивного випаровування і припинення циркуляції, внаслідок утворення парових пробок. Цей недолік води виявляється перш за все у жаркий періоді в гористій місцевості. Застосування закритої системи охолодження дозволяє підвищити температуру кипіння до 110...120⁰С.

Одним з найбільших недоліків води є здатність утворювати накипи на стінках деталей системи охолодження. Накип, маючи низьку теплопровідність (приблизно в 100 раз нижче чавуну), погіршує відведення тепла від стінок двигуна, порушуючи його тепловий режим, внаслідок чого при товщині шару накипу від 1,5 до 6 мм збільшується витрата палива на 9...20% (рис. 3.3), масла – на 15...40%, а потужність двигуна знижується на 10...20%.

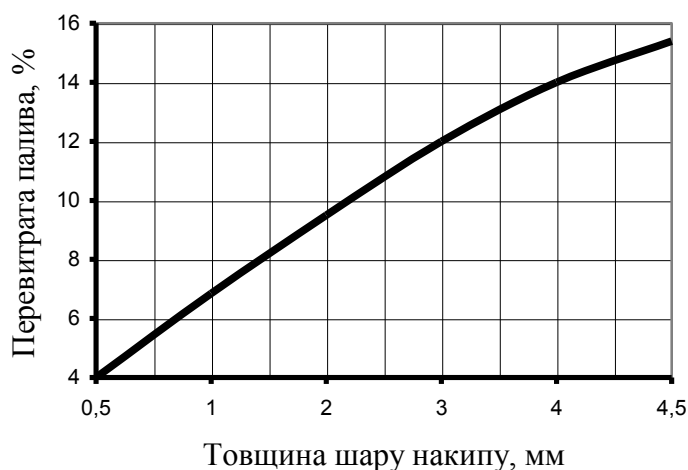


Рис. 3.3 Вплив накипу на перевитрату палива

Інтенсивність утворення накипу залежить від вмісту в воді розчинних солей, в основному кальцію і магнію, що характеризується твердістю води. Твердість води вимірюється в міліграм-еквівалент на 1л (мг-екв/л). Вода, яка містить в 1 л 20,04 мг кальцію або 12,16 мг магнію має твердість, що дорівнює одному міліграм-еквіваленту.

Розрізняють тимчасову (карбонатну) і постійну (некарбонатну) твердість. Тимчасова твердість пов'язана з наявністю у воді бікарбонатів кальцію та магнію, які при нагріванні води до 80⁰С і вище розкладаються,

утворюючи на стінках системи охолодження нерозчинну у воді накип у вигляді карбонатів кальцію і магнію.

Постійна твердість пов'язана з наявністю у воді некарбонатних солей: хлоридів і сульфатів кальцію та магнію, які не розкладаються при її нагріванні, а взаємодіючи з водою або солями, що знаходяться в ній, утворюють щільну і тверду накип.

Сума тимчасової і постійної твердості складає твердість або загальну твердість води, за якою її класифікують. Вода, яка має твердість до 3 мг-екв/л – м'яка, від 3 до 6 – середньої твердості, від 6 до 9 – тверда, більше 9 мк-екв/л – дуже тверда. Застосування в системі охолодження твердої води не бажано, дуже твердої – недопустимо.

Найбільш м'якою та чистою є дощова і снігова (атмосферна) вода, яка має твердість менше 0,04 мг-екв/л. Ця вода найкраще підходить для системи охолодження, хоч і має дещо підвищені корозійні властивості внаслідок розчинених в ній складових вуглекислого газу і кисню.

Вода рік, озер, ставків (поверхнева) найчастіше має невелику твердість від 0,5 до 5,0 мг-екв/л, тобто відноситься до води м'якої і середньої твердості. Накип майже не утворюється, але буває забруднена механічними і органічними домішками.

Вода з колодязів і джерел (підземна) частіше всього буває тверда і дуже тверда, тому її можна застосовувати в системі охолодження після попередньої підготовки (пом'якшення).

Розрізняють термічний та хімічний способи пом'якшення води. Найпростішим термічним способом пом'якшення води є кип'ятіння її 20...30 хв, протягом цього часу бікарбонати кальцію та магнію переходять у карбонати та випадають в осад, який потім вилучають відстоюванням та фільтруванням. Це дозволяє знизити тимчасову твердість до 1,0...1,5 мг-екв/л.

Технічно складніший спосіб – перегонка води (одержання дистильованої води), коли розчинні солі залишаються в перегонному кубі.

Хімічні способи пом'якшення побудовані на методі осадження солей або катіонному обміні.

Обробка води содою Na_2CO_3 або тринатрійфосфатом Na_3PO_4 з наступним фільтруванням дозволяє вилучати з неї солі тимчасової і постійної твердості, знизити загальну твердість. На кожний 1 мг-екв/л твердості 1 л пом'якшеної води необхідно додати 53 мг соди і 55 мг тринатрійфосфату. Теплу (гарячу) воду перемішують з реагентом протягом 20...30 хв., відстоюють і фільтрують.

У промисловості широке застосування знайшов метод пом'якшення води фільтруванням через катіонові фільтри, тобто речовини, які здатні вступати в реакцію з іонами кальцію і магнію. Як катіони використовують природні мінерали глауконіт або штучно виготовлені катіоніти, які називають пермутитами. Залишкова загальна твердість води при використанні катіонітових фільтрів не більше 0,5...1,0 мг-екв/л.

Найпростішим, економічним і ефективним способом пом'якшення води є магнітна обробка. Суть її полягає в пропусканні води (не менше 6 разів) через магнітне силове поле в напрямку, перпендикулярному силовим лініям, в результаті чого солі, які знаходяться у воді, не утворюють накипу, а випадають у вигляді легкозмиваючого шламу. Крім того, під дією обробленої води руйнується раніше утворений накип. Для магнітної обробки води використовують апарати з постійним і електричним магнітами (рис. 3.4), вмонтованим у водопровідну мережу

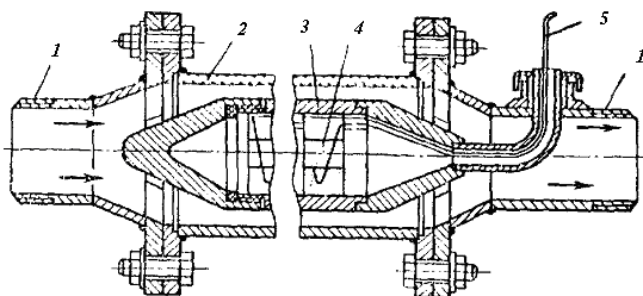


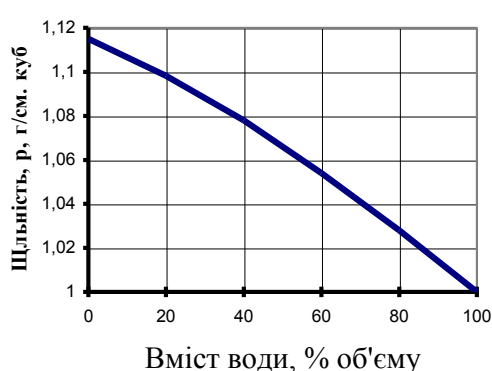
Рис. 3.4 Схема апарата для електромагнітної обробки води:

1 – водопровідні труби; 2 – корпус апарата; 3 – корпус магніту;
4 – котушка електромагніта; 5 – електропровід.

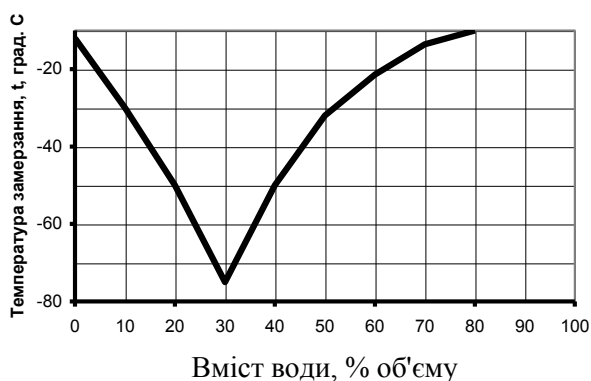
3.1.3 Низькозамерзаючі охолоджувальні рідини

В зимовий період експлуатації в системах охолодження двигунів використовують низькозамерзаючі охолодні рідини – антифризи, що є сумішшю етиленгликоля з водою.

Етиленгликоль (двохатомний спирт $CH_2OH - CH_2OH$, або $C_2H_4(OH)_2$) являє собою маслянисту жовтувату рідину без запаху з температурою кипіння $197\text{ }^{\circ}\text{C}$ та температурою кристалізації $-11,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Мінімальне значення температури замерзання суміші етиленгликоля з водою ($-75\text{ }^{\circ}\text{C}$) отримують при концентрації етиленгликоля $66,7\%$ (рис. 3.5). Етиленгликоль та його водні розчини при нагріванні сильно розширюються.



а)



б)

Рис. 3.5 Залежність щільності ρ при 20°C (а) і

і температури замерзання t_3 антифризів від вмісту в них води (б)

Етиленгликолеві антифризи мають підвищену корозійність по відношенню до металів та руйнують гуму.

В склад антифризів уводять противокорозійні присадки: декстрин – вуглець типу крохмалю (1 г на літр), що зберігає від руйнування свинцево-олов'янистий припой, алюміній та мідь, і динатрій фосфат (2,5...3,5 г на літр), що захищають чорні метали, мідь та латунь.

Вперше для автомобілів ВАЗ в нашій країні був випущений антифриз “Тосол”, що містить протикорозійні, антипінну та антифрикційні присадки. “Тосол” виробляється трьох марок: АМ, А-40 і А-65М (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 Основні показники деяких охолоджувальних рідин

Показник	“Тосол” (ТУ 6-02-751-86)			“Лена” (ТУ 113-07-02-88)		
	АМ	А-40	А65М	ОЖ-К	ОЖ-40	ОЖ-65
Колір	Голубий		Червоний	Жовто-зелений		
Щільність при 20 ⁰ С, г/см ³	1120...1140	1075...1085	1085...1095	1120...1150	1075...1085	1085...1100
Температура початку кристалізації, ⁰ С, не вище	- 40	- 65	-	- 40	- 65	-
Резерв лужності, см ³ , не вище	10	10	10	10	10	10
Корозійні втрати металів при випробуваннях на пластині, мг/см ² , не більше:						
- міді	10	10	10	7	7	7
- припою	12	12	12	12	12	12
- алюмінію	20	20	20	10	10	10
- чавуну	10	10	10	7	7	7
Склад, %:						
- етиленгліколь	97	56	64	96	56	65
- вода	3,0	44	36	4	44	35

Іноді в прості антифризи вводять молібденовий натрій в кількості 7,5...8,0 г на літр, що запобігає корозії цинкових та хромових покриттів на деталях системи охолодження. При цьому в позначенні антифризу додають літеру М.

Вітчизняна промисловість випускає прості та дешеві антифризи марок 40 і 65 М (ГОСТ 159-52). Антифризи марки 40, що являють собою суміш 56% етиленгліколя та 44% води, мають температуру замерзання вище –40⁰С, а антифриз марки 65М, що містить 64% етиленгліколя та 36% води, - не вище –65⁰С.

З 1988 року випускається антифриз “Лена” трьох марок: ОЖ-К, ОЖ-40 та ОЖ-65 (табл. 3.1). Оскільки антифризи різняться за рецептурою, змішувати різні марки між собою не слід. При використанні антифризів слід мати на увазі, що в системі охолодження в першу чергу випаровується вода, яку необхідно періодично доливати в радіатор. Необхідно також слідкувати за тим, щоб в етиленгліколевій рідині не потрапляли бензин та інші

нафтопродукти, тому що це викликає вспінення та викид рідини через пробку радіатора.

Термін служби охолодних рідин обмежується. Дослідним шляхом встановлено, що “Тосол” надійно працює два роки, а при інтенсивній експлуатації – протягом 60 тис.км пробігу.

Етиленглицоль – сильна харчова отрута, тому після контакту з ним необхідно ретельно вимити руки з милом.

При експлуатації в першу чергу випаровується вода, це змінює склад, а отже, і температуру застигання антифризу. Температурний коефіцієнт об’ємного розширення у антифризів більший, ніж у води, тому заливати його слід на 5...8% менше, чим води, або використовувати в системі охолодження розширювальний бачок. Неможливо допускати потрапляння в антифриз нафтопродуктів, тому що в цьому випадку розпадаються присадки.

3.2. Рідини іншого призначення

3.2.1 Гальмівні рідини

Для гідрогальмівної системи автомобіля (рис. 3.6) виробляють гальмівні рідини на касторовій гликолевій основі. Рідини на касторовій основі мають хороші мастильні властивості та не викликають набухання або роз’їдання гумових деталей гальмівної системи автомобілів.

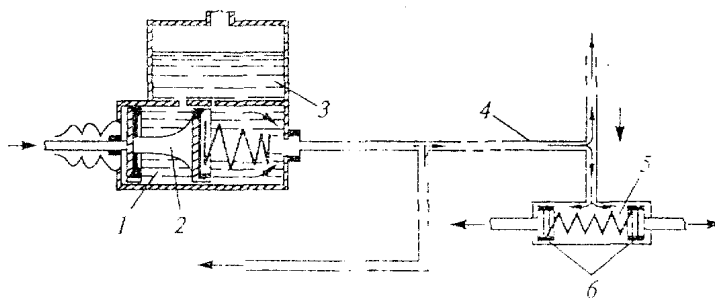


Рис. 3.6. Схема гідралічного приводу гальмівної системи автомобіля:

- 1 – головний циліндр; 2 – поршень головного циліндру; 3 – резервуар з рідиною;
4 – трубопровід; 5 – робочий циліндр; 6 – поршні робочого циліндру.

В 40-х роках ХХ століття в Росії була вперше випущена і до цього часу широко використовується гальмівна рідина БСК, яка володіє гарними мастильними властивостями. Недоліком цієї рідини є те, що при -20°C касторове масло випадає в осадок, що може призвести до поломки гальмівної системи.

Спеціально для автомобілів ВАЗ була випущена гальмівна рідина “Нева” на гліколевій основі з в’язкими та антикорозійними присадками, працездатна в широкому діапазоні температур від -50°C до $+50^{\circ}\text{C}$. Пізніше була випущена гальмівна рідина “Томь”, що переважає “Неву” по низькотемпературним властивостям.

Всесвітнім стандартом відповідає гальмівна рідина “Роса”, що випускається в Росії.

Рідини на гліколевій основі вогнебезпечні та токсичні.

Характеристики вітчизняних гальмівних рідин приведені в табл. 3.2.

Рідина гальмівна “Нева” (ТУ 6-01-1163-78) – складна композиція на гліколевій основі (етилкарбітол) з загущуючою й антикорозійною присадками. Призначена для гідравлічної системи привода гальм та зчеплення вантажних і легкових автомобілів (крім ГАЗ-24 випуску до 1985 р. через несумісність з гумовими ущільнюваннями гідропривода гальм).

Рідина гальмівна ГТЖ-22М (ТУ 601-787-75) виробляється на гліколевій основі. За показниками близька до “Нева”, але має гірші антикорозійні властивості.

Рідина гальмівна “Томь” (ТУ 6-01-1276-82) являє собою складну суміш з етилкарбітолу, ефірів борної кислоти з в’язкісною та антикорозійною присадками. Має кращі експлуатаційні властивості, ніж “Нева”. Сумісна з “Невою” при змішуванні у будь-яких співвідношеннях.

Рідина гальмівна “Роса” (ТУ 6-05-221-569-84) – високотемпературна гальмівна рідина, що являє собою композицію на основі сполук, що містять бор, з антиокислювальною й антикорозійною присадками.

Призначена для гальмівних гідравлічних систем різних автомобілів, працездатна в інтервалі температур навколишнього середовища від -50°C до $+50^{\circ}\text{C}$.

Таблиця 3.2. Характеристики основних марок вітчизняних гальмівних рідин

Показник	БСК (ТУ 6-101533-75)	“Нева” (ТУ 6-01-1163-82)	“Томь” (ТУ 6-01-1276-82)	“Роса” (ТУ 6-05-221-569-84)
Загальний вигляд	Прозора однорідна рідина червоного кольору без осадку та механічних домішок	Прозора однорідна рідина світло-жовтого кольору без осадку. Марки повністю сумісні між собою		Прозора однорідна рідина від світло-жовтого до світло-коричневого кольору без осадку
В’язкість кінематична, $\text{мм}^2/\text{с}$ - при -40°C , не більше - при 50°C , не менше - при 100°C , не менше	130 (при 0°C) 9 5,5 (при 70°C)	1500 5 2	1500 5 2	1700 5 2
Температура кипіння, $^{\circ}\text{C}$, не вище	115	190	205	260
Температура кипіння “зволоженої” рідини, $^{\circ}\text{C}$, не нижче	-	138	160	165
Зміна об’єму після старіння в гальмівній рідині, % - гуми 51-1524 - гуми 7-2462	- 5...10	2...10 2...10	2...10 2...10	- -
Зміна маси металевих пластинок, $\text{мг}/\text{см}^2$, не більше: - білої жерсті - сталі 10 - алюмінієвого сплаву - чавуну - міді - латуні	0,2 0,2 0,1 0,2 0,4 0,4	0,2 0,2 0,1 0,2 0,5 0,5	0,1 0,1 0,1 0,1 0,4 0,4	0,2 0,2 0,1 0,2 0,4 0,4

Примітка. Допускається додавати 20% етилового спирту в рідини “Нева” і “Томь” при температурі навколишнього середовища нижче -40°C .

Рідина гальмівна БСК (ТУ 6-101533-75) являє собою суміш рівних частин рицинового масла і бутанолу з додаванням органічного барвника. Застосовують для гідропривода гальмівних систем і зчеплень вантажних та легкових автомобілів, крім автомобіля “Жигулі”. Рідина працездатна в зонах

помірного клімату з температурою навколишнього середовища не нижче – 20⁰С.

Рідина “Нева”, “Томь” і “Роса” сумісні, змішування їх між собою можливе в будь-яких співвідношеннях. Змішування вказаних рідин з БСК недопустиме, бо призведе до розшарування суміші.

Властивості гальмівних рідин на основі полігліколей регламентується різними міжнародними специфікаціями (SAE 1703, JAN 80, ДОТ-3, ДОТ-4, ДОТ-5, ISO 4952). Усі специфікації аналогічні одна одній і розрізняються лише значеннями низькотемпературної в’язкості, мінімальної температури кипіння чистої гальмівної рідини та температури кипіння після зволоження.

Зарубіжними аналогами рідин “Нева” і “Томь” є рідини, що відповідають класифікації ДОТ-3, а для рідини “Роса” – ДОТ-4.

3.2.2 Амортизаторні рідини

Амортизаторні рідини являють собою малов’язкі масла, якими заповнюють гідравлічні амортизатори. Вони повинні володіти хорошими мастильними та антикорозійними властивостями, мати низьку температуру застигання та достатню в’язкість при температурі до 100⁰С, стабільність, яка забезпечує змінну роботу до 100 тис.км пробігу автомобіля.

Основними показниками для амортизаторних рідин являється в’язкість. Більшість робочих рідин мають наступні значення в’язкості: при температурі 20⁰С – 30...60 мм²/с; 50⁰С – 10...16 мм²/с; 100⁰С – 3,5...6,0 мм²/с. Високі вимоги пред’являються до в’язкості амортизаторної рідини при мінусових температурах. Так, при температурі –20⁰С в’язкість не повинна перевищувати 800 мм²/с. При більш високій в’язкості робота амортизатора різко погіршується та відбувається блокування підвіски. Вже при температурі –30⁰С в’язкість товарних амортизаторних рідин перевищує 2000 мм²/с, а при –40⁰С досягає 5000...10000 мм²/с. При таких температурах

забезпечити необхідну в'язкість можуть тільки амортизаторні рідини на синтетичній основі.

На сучасних автомобілях встановлюють переважно гідравлічні амортизатори телескопічного типу. Амортизаторні рідини, що використовуються в них, працюють в жорстких умовах: при експлуатації автомобілів в південних районах влітку вони нагріваються до 120...140⁰С, а при експлуатації взимку в північних районах їх температура може знижуватися до – 60⁰С. При цьому тиск рідини в амортизаторах автомобілів може досягати 10 МПа.

В якості амортизаторної рідини в автомобілях використовують нафтові малов'язкі масла (веретенне марки АУ) або суміш трансформаторного та турбінного масел у співвідношенні 1:1. Але ці масла мають недостатньо гарну в'язкісно-температурну характеристику: при зниженні температури їх в'язкість сильно зростає, що призводить до жорсткої роботи амортизаторів.

Кращі експлуатаційні показники мають всесезонні амортизаторні рідини Аж-12т, Аж-16, МГП-10 і МГП-12 (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 Характеристики основних марок вітчизняних амортизаторних рідин

Показник	ПГП-10 (ОСТ 38-1-54-74)	Аж-12т (ТУ 38.101432-75)	МГП-12 (ТУ 38.201465-88)
Щільність при 20 ⁰ С, г/см ³	930	-	920
В'язкість кінематична, мм ² /с:			
- при –40 ⁰ С, не більше	-	6500	-
- при –20 ⁰ С, не більше	1000	-	800
- при 50 ⁰ С, не менше	10	12	12
- при 100 ⁰ С, не менше	-	3,6	3,9
Температура застигання, ⁰ С, не вище	-40	-52	-43
Температура займання в закритому тиглі, ⁰ С, не нижче	145	165	140

Рідина МГП-10 виготовляється з високоочищеного мастила з присадками, що покращують її експлуатаційні властивості, була вперше виготовлена для автомобілів ВАЗ.

3.3. Спеціальні технічні рідини

3.3.1 Пускові рідини

Пускові властивості двигунів значно залежать від якості палив і масел, що застосовують. Пуск двигунів при низьких температурах полегшується при використанні бензинів з більшим вмістом легких фракцій, дизельних палив – з високим цетановим числом і моторних масел – з невисокою в'язкістю при низьких температурах і безперебійну роботу прогрітого двигуна. В зв'язку з цим все ширше застосовуються спеціальні рідини, які призначені для полегшення пуску двигунів при низьких температурах навколишнього повітря (нижче мінус 20...25⁰С). Вони повинні добре випаровуватися при низькій температурі і швидко займатися (від іскри) або самозайматися (від тиску), мати високі протикорозійні і протиспрацьовувальні властивості, бути стабільними при тривалому зберіганні.

Для того щоб мати такі властивості пускові рідини мають компоненти: етиловий спирт, суміш низькотемпературних вуглеводнів, ізопропілнітрат і масло з протиспрацьовувальними і протизадирними присадками.

Етиловий ефір – це обов'язковий компонент більшості пускових рідин. Він має низьку температуру самозаймання, високий тиск насиченої пари і широкі межі займання (за концентрацією пальної суміші).

Використання етилового ефіру в дизельному двигуні дозволяє знизити температуру самозаймання пальної суміші до 190...220⁰С.

У карбюраторних двигунах, під час їх пуску, використовують властивості етилового ефіру займатися в суміші з повітрям в широких межах концентрації. Це дозволяє досягти займання за допомогою іскри дуже бідних пальних сумішей.

З метою забезпечення постійного і послідовного займання в склад пускових рідин вводять ізопропілнітрат і суміш низькокиплячих вуглеводнів (петролейний ефір, газовий бензин тощо).

Ізопропілнітрат займається дещо пізніше етилового ефіру, але раніше основного палива. Суміш низькокиплячих вуглеводнів, повністю випаровуючись у циліндрі, займається дещо пізніше ізопропілнітрату, але також раніше основного палива. Наявність такого послідовного ланцюжка забезпечує підготовку основного палива до займання, що суттєво знижує швидкість наростання тиску. Оптимальне співвідношення ізопропілнітрату і суміші низькокиплячих вуглеводнів у пускових рідинах для дизельних і карбюраторних двигунів різне.

Зменшення спрацьовування деталей кривошипно-шатунного механізму в перший період пуску двигуна досягається введенням в склад пускових рідин масла, яке містить протиспрацьовувальні і протизадирні присадки. Враховуючи більші питомі навантаження в дизельному двигуні пускова рідина для них повинна містити не менше 10% масла. Застосування такої рідини для карбюраторних двигунів призводить до “замаслювання” свічок запалювання, до перебоїв у запалюванні. В зв’язку з цим у пускових рідинах для карбюраторних двигунів вміст масла не повинен перевищувати 2%.

Випускають пускові рідини “Холод Д-40” для дизельних двигунів і “Арктика” для карбюраторних (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 Склад пускових рідин, % за масою

Компонент	“Арктика”	“Холод Д-40”
Етиловий ефір	45...60	60
Газовий бензин	35...55	15
Ізопропілнітрат	1...5	15
Масло з протиспрацьовувальними і протизадирними присадками	2	10

Пускові рідини випускають у двох упаковках: в герметичних алюмінієвих ампулах ємністю 20 і 50 мл (при введенні в двигун спеціальним

пусковим пристроєм) і в аерозольній упаковці (для застосування без пускового пристрою). Останній вид легше в обслуговуванні і економічніше.

3.3.2 Рідини для миття скла

В якості рідини для миття скла зазвичай використовують воду. Але вода замерзає при температурі навколишнього середовища нижче нуля та не надходить до форсунок системи змиву. Другим недоліком води є те, що вона в силу високого поверхневого натягіння погано змочує скло і у вигляді крапель стікає з нього. Для усунення цих недоліків випускають спеціальні скломиючі рідини, які представляють собою суміші води, спирту та миючі речовини. В якості спиртів за кордоном використовують етанол, метанол та ізопропанол. В Росії випускають рідини тільки з ізопропанолом. Виробники випускають, як правило, концентрати (60...80% спирту), які розбавляються водою в два – чотири рази. Оптимальною концентрацією можна вважати 10...29% спирту (в залежності від температури навколишнього середовища), що забезпечує нормальну подачу рідини до форсунок та гарну розтікаємість по склу.

3.3.3 Миючі рідини та засоби.

Для видалення різноманітних технічних забруднень в системах, вузлах і механізмах використовують мийні засоби. Ці засоби можуть бути однокомпонентними та багатокомпонентними.

Для очищення двигуна при зміні масла використовують промивочне масло ВНИИ НП-ФД. При відсутності спеціального масла працюючий на холостому ходу двигун промивають маслом з низькою в'язкістю типу МГ-22А (АУ) або індустріального, чи сумішшю з 10% дизельного палива та моторного мастила. Масляний радіатор промивають сумішшю з 75% бензину і 25% ацетону.

Паливний бак автомобіля промивають сильним струменем води, потім бензином, перемішуючи, а після тривалої експлуатації – ацетоном та гарячою водою.

Деталі карбюратора промивають, занурюючи на 20 – 30 хв. в ацетон.

Існують і спеціальні миючі засоби, такі, як ТМС-31, Вертолин-74, які використовують для міжопераційного очищення металевих деталей маслоподібних забруднень.

МС-4, МС-6 та Нефос – серія лабомідів, використовується для очищення деталей при ремонті автомобілів від асфальтосмолистих та маслобрудних відкладень.

Засіб “Анкрас” очищує деталі камери згорання від нагару. В теперішній час автохімія пропонує споживачам широкий асортимент сучасних мийних засобів різноманітного напрямку.

3.3.4 Рідини для видалення нагару з поверхонь деталей двигуна

Для видалення нагару з поршнів, поршневих кілець, головок блоку та інших деталей використовують різноманітні суміші та рідини.

Найбільш розповсюджені миючі засоби на основі каустичної соди (їдкого натра) з додаванням рідкого скла, вуглекислого натрію та інших речовин. Але вони мають сильний корозійний вплив на деталі, виготовлені з алюмінію, кольорових металів або їх сплавів. Крім того, ці миючі склади токсичні, тому вимагають дотримання необхідних заходів безпеки.

Миючу рідину виготовляють звичайно з розрахунку на 10 л води 100 г господарського мила, 100 г рідкого скла, 100 г кальцинованої соди та 10 г хромпіка. В таких сумішах деталі, що очищуються, витримують 2-3 години при температурі біля 80...85⁰С. після цього нагарні відкладення легко видаляються з деталей.

Синтетичні мийні засоби не викликають корозії металевих поверхонь, володіють здатністю значно знижувати поверхневе натягіння, легко проходять в пори нагару, інтенсивно розкладаючи відкладення, і крім того, являються нетоксичними та вибухобезпечними. Серед них найбільше розповсюдження отримують миючі суміші марок МС-5, МС-6 та МС-8. Ці

суміші неіоногенних поверхнево-активних речовин з добавками активних з'єднань у вигляді триполіфосфату натрію, кальцинованої соди та інших з'єднань. Такі миючі засоби використовуються у вигляді 1...2,5%-них водних розчинів.

Таблиця 3.5 Розчини та режими видалення накипу

Склад розчину	Кількість на 10 л води, г	Час, необхідний для руйнування накипу, год.
Для всіх двигунів		
Технічна молочна кислота	600	1,0...3,0
Хромпик або хромовий ангідрид	200	8,0...10,0
Інгібована соляна кислота	600...800	0,5...1,0
Суміш: - кальцинованої солі - хромпіку	1000...1200 20...30	10,0...12,0
Суміш: - фосфорної кислоти - хромового ангідриду	1000 50	0,5...1,0
Для двигунів з чавунним блоком		
Технічна соляна кислота	250...300	0,5...1,0
Каустична сода	700...1000	7,0...10,0
Суміш: - тринатрійфосфату - кальцинованої соди	450 550	10...20
Тринатрійфосфат	300...500	2,0...3,0

При вимушеному користуванні твердою непом'якшеною водою утворення накипу можна зменшити додаванням таких присадок (антинакипинів): хромпик (3...5 г на л води) – переводить солі накипу в розчинний стан, гексаметафосфат натрію (5...6 мг на 1 л води) – утримує солі накипу в завислому стані. Використання антинакипинів безпосередньо в системі охолодження особливо зручно в польових умовах експлуатації машин. З часом необхідно видаляти накип. Перед видаленням накипу необхідно повністю злити воду з усієї системи охолодження і вийняти термостат. Склад розчинів і режими видалення накипу наведені в табл. 3.5.

Після зупинки двигуна розчин зливають, а систему охолодження промивають чистою водою 2-3 рази.

Розділ 4. СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОТЕХНІЧНОЇ ТЕХНІКИ ПАЛИВ-МАСТИЛЬНИМИ МАТЕРІАЛАМИ.

4.1. Зберігання паливних і мастильних матеріалів

4.1.1 Склади, бази і станції для зберігання ПММ.

Склади ПММ повинні відповідати нормам і технічним умовам проектування складських приміщень і господарств для збереження легкозаймистих і палих рідин СНиП 11-106-79 «Склади нафти і нафтопродуктів». Склад призначений для прийому, збереження і видачі на заправлення ПММ, а також для збору і збереження відпрацьованих олій. Типорозмірний ряд типових складів ПММ (склади нафтопродуктів), розроблені ВИМом (Росія), і їх основні техніко-економічні показники приведені в таблиці 4.1. Склади ПММ місткістю від 40 до 300 м³ не мають маслоскладів у зв'язку з тенденцією створення пунктів мащення машин на пунктах технічного обслуговування.

Таблиця 4.1. Техніко-економічна характеристика проектів складів ПММ

Показник	Без маслоскладу				З маслоскладом	
	704-2-11	704-2-12 704-2-13 704-2-14	704-2-15 704-2-16	704-2-17 704-2-18	704-2-19	704-2-20
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-
Площа ділянки, га	0,18	0,21	0,25	0,28	0,45	0,55
Щільність забудови, %	32,2	34	34,3	0,4	41	49
Витрата тепла, кДж/год	27340	27340	27340	27340	397118	397118
Необхідна потужність електроенергії, кВт	19,54	25,19	25,49	25,8	37,77	37,77
Місткість резервуарного парку нафтоскладу, м ³	40	80	150	300	600	1200
В тому числі:						
- дизельного палива	20	35	75	125	275	600
- бензину	15	45	45	100	175	450
- гасу	5	5	5	25	25	25
- масла	-	-	-	-	50	75

Продовження таблиці 4.1

-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-
Число роздавальних колонок:						
- для дизельного палива	1	1	1	1	1	1
- для бензину	2	2	2	4	5	5
- для масла	-	-	-	-	3	3
Число приймально-роздавальних стояків	2	3	3	3	3	3
Загальна чисельність працюючих, чол.	1	1	1	1	2	2

Примітка: для нафтоскладів місткістю від 40 до 300 м³ приведені значення: у чисельнику – надземного варіанта; у знаменнику – підземного.

Об'єм виробничих запасів нафтопродуктів повинен забезпечувати безперебійну потребу організації для забезпечення роботи машин протягом всього року з метою виконання встановлених планових завдань. При визначенні обсягів виробничих запасів враховують спосіб і наявність транспортних засобів для доставки ПММ, відстань і стан доріг від нафтопостачальної організації до складу ПММ. Досвід показує, що виробничий запас повинен бути не менш 10% річної потреби.

Для підприємств віддалених від залізниць або річкових пристаней рекомендується будувати пункти за проектом, представленим на рис. 4.1.

На такому складі масла зберігають у бочках і надземних резервуарах загальною місткістю близько 6 м³. Проектом передбачене збільшення місткості резервуарів для палива до 410 м³ і для масла до 9 м³. Заправна станція має підземний резервуар для бензину (10 м³). Площа території складу складає 0,74 га (при необхідності місткість резервуарів для палива та масел може бути збільшена в 1,5...2,0 рази і більш). Масла і паливо зберігають найчастіше в горизонтальних резервуарах, розміщених під землею або над землею. Пластичні мастильні матеріали й масла витрачаються в незначній кількості; їх зберігають у коморах тарного збереження. Планування складу мастильних матеріалів показані на рис. 4.2. Насосні приміщення складів ГСМ обладнують стаціонарними вантажопідйомними засобами, а сховища матеріалів у тарі — також електронавантажувачами з механізмами-бочкопідйомниками. Бочки зручно зберігати на стелажах з роликами. Невеликий нахил стелажа забезпечує легке

пересування бочки до упора в заслінку, розташованої між роликами. Звідси будь-яка бочка виделковим навантажувачем може бути легко знята, тому що усі бочки в даному випадку розділені заслінками.

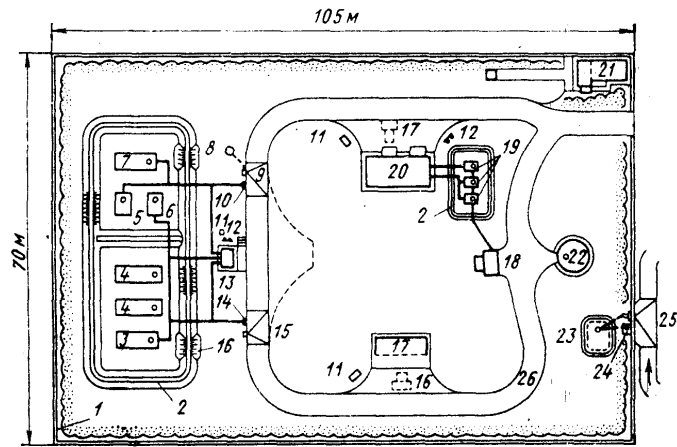


Рис. 4.1. Склад нафтопродуктів підприємства:

1 — огороження; 2 — земляний вал; 3 і 4 — резервуари для дизельного палива; 5, 6 і 7 — резервуари для бензину; 8 — збірний колодязь; 9 — приймально-роздавальна площадка для бензину; 10 — роздавальньо-приймально-роздавальний стояк для бензину; 11 — шухляда з піском; 12 — щит з пожежним інвентарем; 13 — розливна; 14 — роздавальньо-приймально-роздавальний стояк для дизельного палива; 15 — приймально-роздавальна площадка для дизельного палива; 16 — пересувна естакада або бочкопідйомник; 17 — навіс для тари; 18 — стенд для зливу масла; 19 — резервуари для масла; 20 — тара для масла; 21 — контора-сторожка і комора (пожежний сарай); 22 — пожежний резервуар; 23 — підземний резервуар для бензину; 24 — паливно-роздавальна колонка для бензину; 25 — заправна площадка для автомобілів; 26 — дорога.

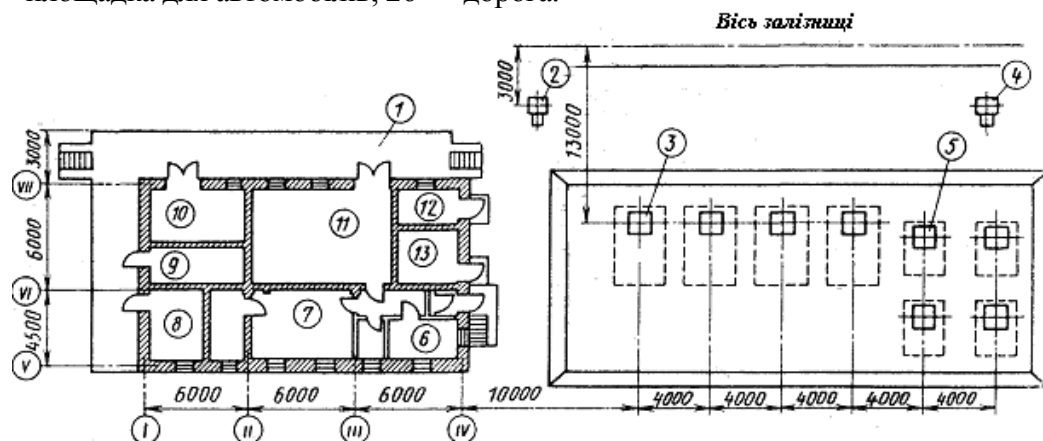


Рис. 4.2. Склад мастильних матеріалів:

1 — рампа; 2 — прийомний стояк з електрогрівкою для масла; 3 — резервуари для масел; 4 — стояк для світлих нафтопродуктів; 5 — резервуари для бензину і гасу; 6 — конторка; 7 — лабораторія; 8 — роздавальна для світлих нафтопродуктів; 9 — роздавальна для масел; 10 — комора для рідких і пластичних змащень у тарі; 11 — пункт регенерації масел; 12 — насосна станція для перекачування світлих нафтопродуктів; 13 — насосна станція для перекачування масел; I - VII — позначення осей.

Для забезпечення ефективної експлуатації автомобільного транспорту, що працює як на зрідженому так і на природному газі, необхідна добре організована мережа газопостачання. Організація газопостачання залежить від виду транспортування (переміщення) газів, способу їх збереження, роздачі та обліку. Система постачання зрідженим газом передбачає кушові бази зрідженого газу (КБЗГ), автомобільні газонаповнювальні станції (АГНС), а також залізничні та автомобільні цистерни для транспортування зрідженого газу.

КБЗГ призначені для прийому зрідженого газу від постачальника, збереження і постачання їм АГНС. У відмінності від останніх кушові бази оснащують більш потужним перекачувальним і розливним устаткуванням і парком автоцистерн. На КБЗГ виконуються наступні технологічні операції:

- злив зрідженого газу з залізничних цистерн у стаціонарні резервуари;
- збереження запасу зрідженого газу;
- розлив зрідженого газу із стаціонарних резервуарів в автоцистерни;
- технічне обслуговування устаткування та автоцистерн.

Для виконання зазначених операцій на КБЗГ передбачається залізничний тупик з естакадою для зливу і наливу, склад зрідженого газу, блоки виробничих і допоміжних приміщень, гараж з відкритою стоянкою автоцистерн, колонка для наповнення автоцистерн і резервуар для запасу води на випадок пожежі. Наявність могутніх КБЗГ зрідженого газу дозволяє створити широку мережу автомобільних газонаповнювальних станцій у районі. В залежності від економічних міркувань і від структури газопостачання можуть бути обрані три типи розміщення резервуарного парку АГНС: стаціонарний, напівстаціонарний і пересувний. У нашій країні найбільше поширення одержали стаціонарні АГНС (рис. 4.3, рис. 4.4).

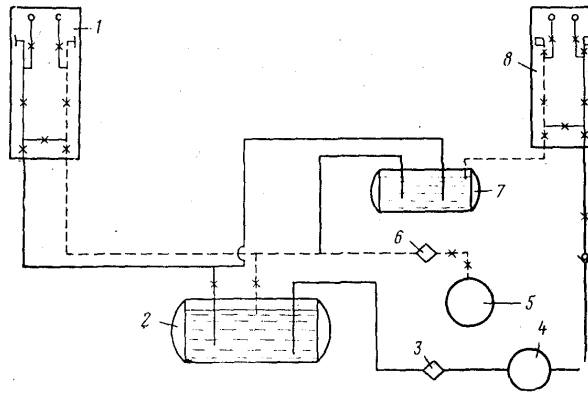


Рис. 4.3. Принципова схема АГНС:

1 — колонка для заливки газа; 2 — резервуар для пропану; 3 — фільтр;
4 — насос для перекачування газу; 5 — компресор; 6 — конденсатор-
збірник; 7 — резервуар для пропану; 8 — заправні колонки.

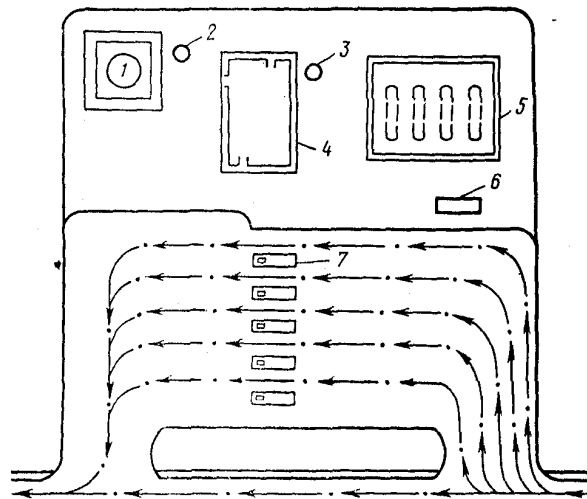


Рис. 4.4. Типова планувальна схема АГНС:

1 — резервуар для води; 2 — повітрязбірна труба; 3 — маслоуловлювач;
4 — виробничий будинок; 5 — сховище; 6 — площадка зливальних
колонок;
7 — площадка заправних колонок.

Технологічною схемою АГНС передбачається виконання наступних виробничих операцій:

а) злив зрідженого газу з автоцистерн у резервуар АГНС одним з наступних способів:

- створенням необхідного тиску між автоцистерною і резервуаром шляхом нагнітання компресором газу з резервуара в автоцистерну;
- перекачуванням зріджених газів з автоцистерни в резервуар

спеціальним насосом;

б) злив зріджених газів з автоцистерни за допомогою насоса при одночасній подачі їх до наповнювальних колонок;

в) наповнення балонів автомобілів через наповнювальні колонки з подачею газу до колонок насосом;

г) внутрішнє перекачування газу з одного резервуара АГНС в інший.

Технічні характеристики АГНС приведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2. Технічна характеристика АГНС

Показники	Проект 503-186	Проект 3895
Пропускна здатність заправлень у добу	600	750
Середня разова доза заправлення, л	200	200
Площа будинку, м ³	121	222
Площа земельної ділянки, м ²	5500	6400
Число резервуарів для газу місткістю, м ³ :		
25	4	4
2,5	1	1
Число колонок:		
для зливу газу	2	2
для заправлення автомобілів	4	5
Число насосних установок	2	2
Число компресорів	2	2
Споживана електрична потужність, кВт	65,2	40,3

Нормативні вимоги до розміщення АГНС (СНП 11-37—76)

Мінімальна відстань від резервуарів для збереження зріджених газів до будинків і споруджень, що технологічно не відносяться до них:

- при загальній місткості резервуарів 50...200 м³
 - і одного 25 м³, м 40
 - те ж, і одного до 50 м³, м 75
- при загальній місткості резервуарів 200...5000 м³
 - і одного 50 м³, м 75
 - те ж, і одного -100 м³, м 100
- Мінімальна відстань від резервуарів загальною місткістю до 200 м³:
- до залізниць загальної мережі, м 50
- до місцевих залізниць, трамвайних шляхів,
автомобільних доріг, м 20
- Мінімальна відстань від резервуарів для збереження зріджених газів, м:
- до будинку насосно-компресорної станції й установки
випару і змішування газу 10
- до колонок для зливу газу і заправлення автомобілів 20

Мережа постачання стиснутим природним газом містить у собі спеціальні автомобільні газонаповнювальні компресорні станції (АГНКС) стаціонарного типу, при цьому розробляються також пересувні автогазозаправники. При створенні мережі стаціонарних АГНКС у першу чергу забезпечується умова мінімального видалення станції від магістрального газопроводу або газопроводу-відводу, по якому природний газ надходить з місць його одержання чи переробки. До додаткових вимог при розміщенні АГНКС варто віднести можливість підведення інженерних комунікацій (води, електропостачання) і забезпечення вимог пожежної охорони і техніки безпеки. Сучасні АГНКС за застосуванням устаткуванням і технологічним процесом в значній мірі уніфіковані. Найбільш розповсюдженою і зручною в експлуатації є чотирьохкомпресорна станція з чотирма чи п'ятьма газонаповнювальними колонками (рис. 4.5). Газ, що надходить, з мережі низького тиску піддається очищенню, а при необхідності і сушінні.

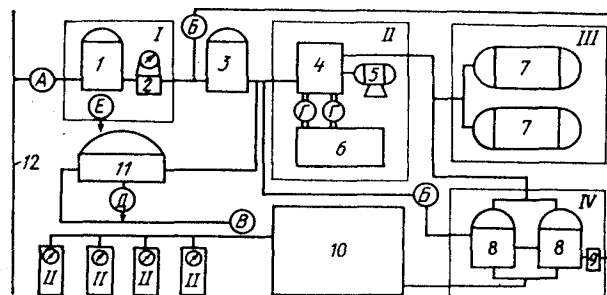


Рис. 4.5. Схема АГНКС:

1 — первинний сепаратор; 2 — знімач витрати газу; 3 — гаситель пульсацій; 4 — компресор; 5 — електродвигун; 6 — повітряний холодильник води; 7 — цистерна; 8 — адсорбер; 9 — електродігрівач; 10 — відділення регулюючої і запірної арматури; 11 — продувний резервуар; 12 — газова лінія, що підводить; I-IV — відділення відповідно підготовки газу, компресорне, цистерн, сушіння; А-Г — потоки відповідно основний, газу, газу на регенерацію, газу на продувку, води; Д — видалення конденсату масла; Е — видалення води та інших домішок.

Продуктивність АГНКС складає 460...500 м³/год; річна її продуктивність 18,2 млн. м³. Стиснутий газ зберігається в двох акумуляторних цистернах обсягом 9 м³, тиск у кожній цистерні 25 МПа. Тривалість заправлення одного автомобіля складає 10...15 хв. Тиск на вході в

компресор АГНКС дорівнює 0,6...1,2 МПа. АГНКС містить блок сушіння газу продуктивністю 4000 м³/ч. Акумуляторні цистерни обладнані вентилями наповнення та роздачі, манометрами, запобіжними клапанами і вентилями з трубками, опущеними до дна цистерни для продувки.

4.1.2 Засоби для зберігання ПММ.

ПММ зберігають на складах у резервуарах, бочках, бідонах та іншій тарі, яка дозволена ДСТ 1510-84 (табл. 4.3 – 4.4).

Резервуари для зберігання рідких палив. Основними спорудами всіх нафтобаз і сховищ ПММ для легкозаймистих і палих рідин є резервуари, які повинні експлуатуватися у відповідності до “Правил технічної експлуатації металевих резервуарів та інструкції по їх ремонту”. Широко розповсюджені в автотракторних підприємствах, паливно-заправних станціях, у сільському господарстві горизонтальні циліндричні резервуари місткістю від 5 до 50 м³. Горизонтальні циліндричні резервуари складаються з циліндричного корпусу, двох днищ та горловини з кришкою. Днища можуть бути плоскі, конічні, а також сферичні; останні мають значно більшу міцність резервуарів. Корпус горизонтального циліндричного резервуару звичайно зварюють з кількох поясів. Для збільшення міцності і жорсткості корпусу всередині ставлять кільця жорсткості, розпірки тощо.

У сільському господарстві найчастіше встановлюють надземні горизонтальні резервуари на фундаментах, зроблених у вигляді опор. Будова фундаменту показана на рис. 4.6.

Резервуари незалежно від їх місткості встановлюють на двох-трьох опорах. Ширина кожної опори становить не менше як 3000 мм з кутом обхвату резервуарів не менше 90°. Резервуари необхідно встановлювати в точно горизонтальному положенні.

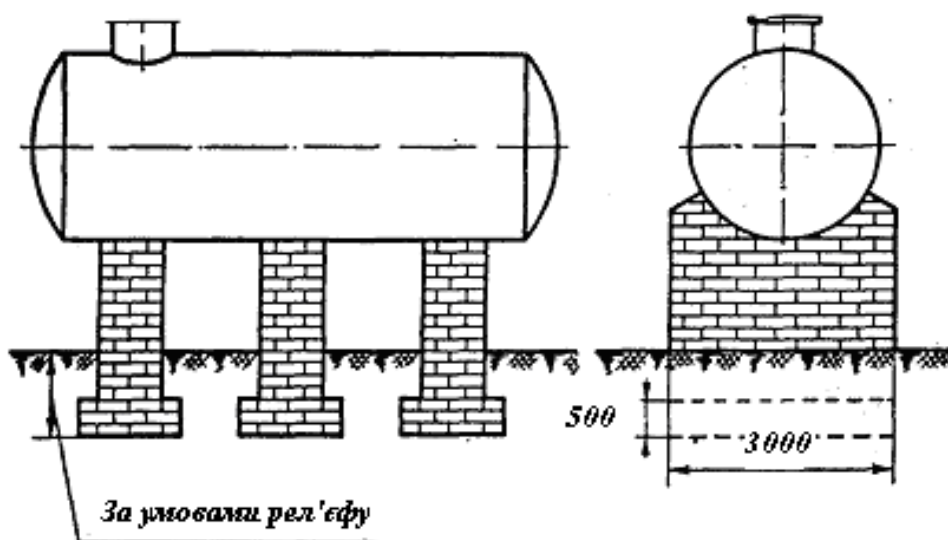


Рис. 4.6. Будова фундаменту під горизонтальний резервуар.

Паливо з горизонтальних резервуарів, встановлених на фундаментах, відпускають самовиливом. Висота залежить від рельєфу місцевості і умов відпуску палива. Зовні резервуари ґрунтують і покривають світлою фарбою. Під резервуар на фундамент укладають два шари толі, з метою запобігання корозії резервуара.

Крім горизонтальних резервуарів для зберігання нафтопродуктів застосовують також вертикальні циліндричні резервуари місткістю згідно даних таблиці 4.3.

Вертикальні резервуари (рис. 4.7) стійкіші і дешевші за горизонтальні, а також зручніші для кількісного обміну залитих у них нафтопродуктів.

Таблиця 4.3. Тип та розмір резервуарів для зберігання нафтопродуктів

Номинальна місткість, м ³	Номер типового проекту чи позначення резервуара	Зовнішній діаметр, мм	Довжина, мм	Висота, мм	Товщина стіни, мм	Маса, Н
<i>Горизонтальні</i>						
5	704-1-107	1846	2036	-	3	446
10	704-1-108	2220	3100	-	4	980
25	704-1-109	2760	4278	-	4	1886
50	704-1-110	2870	8480	-	4	3369
<i>Вертикальні</i>						
5	PB-5	1788	-	2018	4	473
10	PB-10	2233	-	2579	4	840
15	PB-15	2806	-	2518	4	1140
25	PB-25	3186	-	3218	4	1750

Вертикальний резервуар складається з циліндричних стінок, плоского дна і даху конічної або сферичної форми. Резервуари виготовляють на заводах і перевозять на місце встановлення в складеному вигляді.

Для вертикальних резервуарів влаштовують піщані фундаменти (основи). Під насипною основою для резервуара знімають рослинний шар землі завтовшки 300 мм і вирівнюють площадку. Ґрунт для насипання має бути щільний, без решток рослин і сміття.

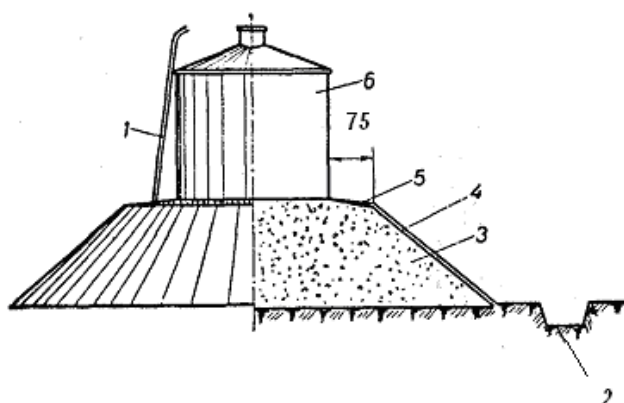


Рис. 4.7. Вертикальний циліндричний резервуар:

- 1 — драбина; 2 — канава для стоку води; 3 — фундамент;
- 4 — укіс, зашпальований булижником або покритий дерниною;
- 5 — брівка, зашпальована булижником; 6 — резервуар.

Товщина шару піску під основою становить не більш як 2 м над поверхнею землі. Висота фундаментів насипаних з місцевого ґрунту, не повинна перевищувати 0,7 м від рівня землі. Для стійкості надземної частини фундаменту його верхній діаметр має бути на 1,5 м більший за діаметр резервуара.

На ТЗП АТП широке застосування знайшли горизонтальні підземні резервуари різної місткості (рис. 4.8) виготовлені із сталі.

Резервуари, застосовувані на ТЗП, повинні зберігати герметичність при підвищенні внутрішнього надлишкового тиску до 0,07 МПа і при вакуумі до 0,001 МПа, а також при заглибленні їх у ґрунт не більше ніж на 1,2 м.

Основною перевагою горизонтальних підземних резервуарів є те, що істотно зменшуються втрати нафтопродуктів від випаровування при нагріванні сонячними променями, забезпечується пожежна безпека, а також створюються зручності для розміщення частини технологічного устаткування на території ТЗП. До числа основних незручностей, зв'язаних з технічною експлуатацією підземних горизонтальних резервуарів, відносять складності при ремонті і технічному обслуговуванні.

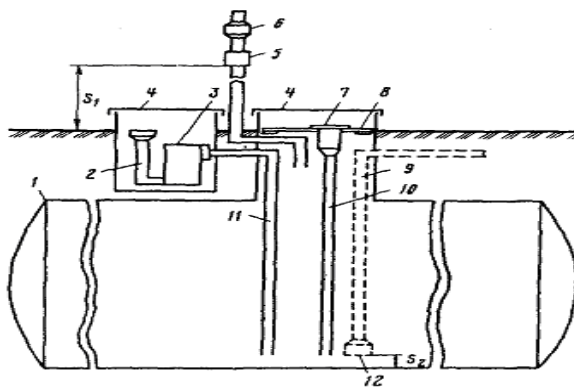


Рис. 4.8. Схема пристрою підземного горизонтального резервуара для ТЗП:

1 — резервуар; 2 — прийомний трубопровід з швидкокорозійною муфтою; 3 — фільтруючий елемент із гідравлічним затвором; 4 — пилегазозахисна кришка; 5 — вогневий запобіжник; 6 — дихальний клапан (пристрій); 7 — люк; 8 — люк резервуара; 9 — усмоктувальний трубопровід; 10 — замірна труба (пристрій); 11 — зливальний трубопровід; 12 — струмоприймач зі зворотним клапаном і фільтром попереднього очищення; S_1 — відстань (не менш 2000 мм) від поверхні землі; S_2 — відстань (не менш 50 мм) до внутрішньої стінки резервуара

З метою запобігання втрат нафтопродуктів у процесі зливу, збереження і видачі, резервуари укомплектовують наступними пристосуваннями.

1. Зливальними пристроями (рис. 4.9) для прийому нафтопродуктів, що містять прийомні патрубки, швидкокорозійні муфти, фільтрувальний елемент із гідравлічним затвором і зливальний трубопровід. Основні технічні характеристики зливних пристроїв приведені в таблиці 4.4.

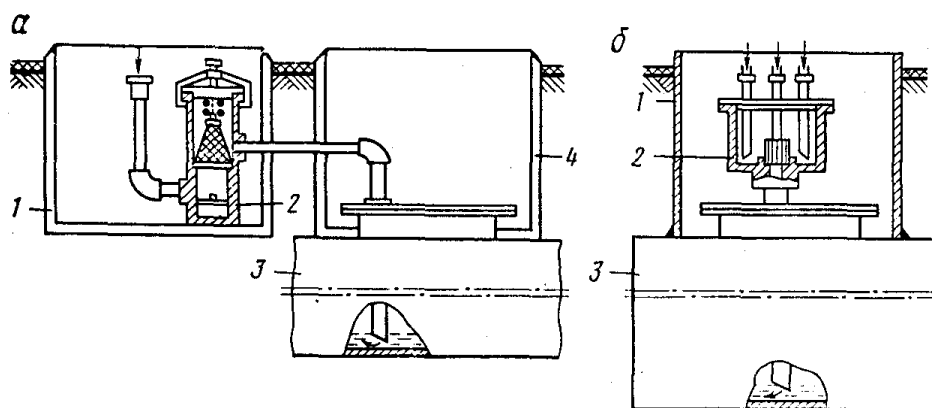


Рис. 4.9. Зливні пристрої

а - пристрій МУ-91-12: 1 — зливальний колодязь; 2 — фільтр; 3 — резервуар горизонтальний; 4 — оглядовий колодязь; б — пристрій АЗТ5-885-800:

1 — металевий колодязь; 2 — зливний пристрій; 3 — резервуар вертикальний

Таблиця 4.4. Технічна характеристика зливних пристроїв

Показник	МУ-91-12	АЗТ5-885-800
Місце установки	Спеціальний колодязь	Кришки горловини резервуара
Число прийомних патрубків	1	2
Умовний прохід, мм:		
приймних патрубків	50	50
зливної труби	50	70
Обсяг зливу (самопливом), м³/год	10	16
Матеріал фільтруючого елемента	Латунна сітка	Гофрована нержавіюча стрічка
Маса, Н	160	300

2. Всмоктувальними пристроями (рис. 4.10) для подачі нафтопродуктів з резервуарів до паливозаправних колонок і т.д. Даний

пристрій містить прийомний клапан (табл. 4.5), всмоктувальний трубопровід і вогневий запобіжник, що запобігає проникненню всередину резервуара полум'я або іскор у процесі роботи дихального клапана.

Принцип дії вогневого запобіжника заснований на неможливості проникнення полум'я або іскри через отвори малого діаметра і щілини в умовах інтенсивного тепловідводу.

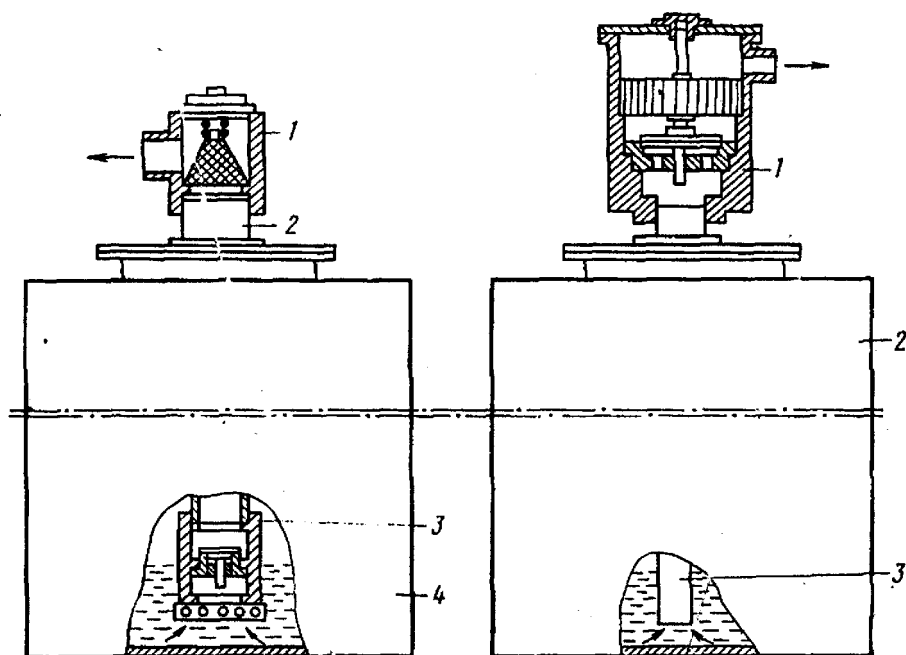


Рис. 4.10. Всмоктувальний пристрій

Таблиця 4.5. Технічна характеристика прийомних клапанів

Показник	М9134	АЗТ5-890-801*
Місце розташування клапана	Нижній колодязь усмоктувального трубопроводу	Кришки горловини резервуара
Тип клапана	Двохтарілочатий	Однотарілочатий
Умовний прохід, мм	40	40
Матеріал фільтруючого елемента	Латунна сітка	Гофрована нержавіюча стрічка
Маса, Н	120	144

Примітка. * Сполучається з вогневим запобіжником

3. Дихальними пристроями (рис. 4.11) для сполучення внутрішнього простору резервуара, що містить паливопароповітряну суміш під надлишковим тиском, з навколишнім середовищем, а при утворенні

розрідження — для впуску в резервуар атмосферного повітря. Дихальний пристрій складається з вентиляційної труби і дихального клапана (табл. 4.6).

Таблиця 4.6. Технічна характеристика дихального пристрою

Показник	СМДК-50	АЭТ5-890-802
Надлишковий тиск відкриття клапана, МПа	0,025	0,1
Умовний прохід, мм	50	50
Маса, Н	70	50

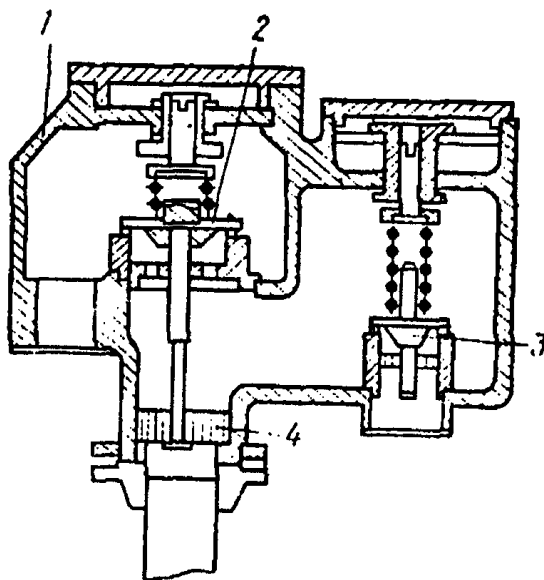


Рис. 4.11. Дихальні клапани СМДК-50

Дихальний клапан працює як при підвищенні тиску в резервуарі, так і при утворенні вакууму, стабілізуючи, таким чином, номінальні розрахункові параметри, встановлені заводом-виготовлювачем для резервуара. Невід'ємною частиною дихального клапана є запобіжний клапан, що спрацьовує при збільшенні розрахункового тиску або вакууму на 5...10% через технічні несправності дихального клапана.

4. Замірними пристроями, призначеними для виміру рівня нафтопродуктів у резервуарах. Замірний пристрій складається з направляючої (зондової) труби і метроштока телескопічного типу. На зовнішній поверхні труб метроштока нанесені міліметрові поділи. На кінці нижньої труби жорстко закріплений наконечник з кольорового металу, що має кільцеподібну форму.

5. Хлопавками з приводними гнучкими нитками (тросами малого діаметра), що запобігають кількісній втраті нафтопродуктів при аварійних ушкодженнях приймально-роздавальних трубопроводів і засувок.

6. Водоспускними пристроями для періодичного зливу з резервуарів води, що накопичується в нижній частині резервуарів.

На кінці приймально-роздавального патрубку резервуара місткістю 5 м³ ставлять муфтовий вентиль, а на резервуарах більшої місткості встановлюють крани на змащенні (коркові) або кульові крани (рис. 4.12).

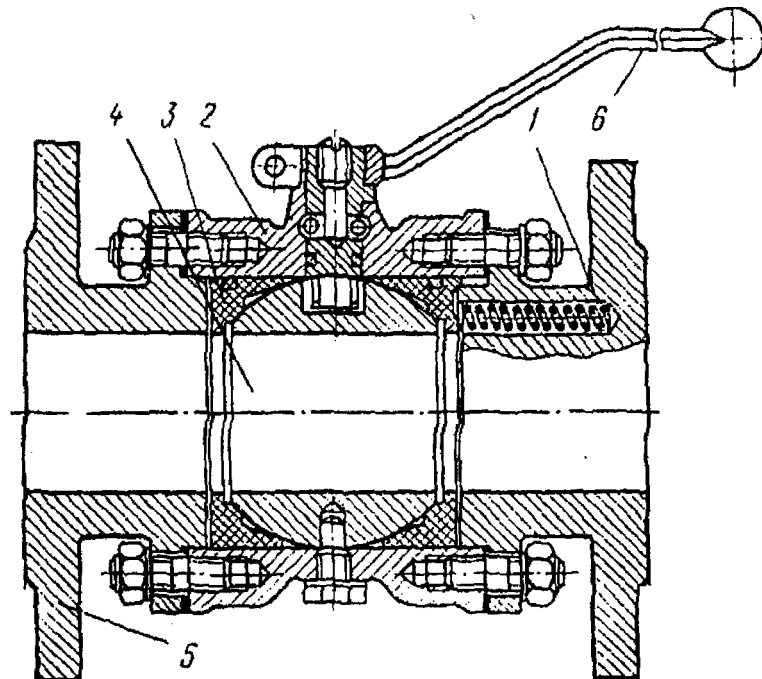


Рис. 4.12. Кран кульовий:

1 — пружина ущільнення; 2 — корпус; 3 — ущільнювальне кільце; 4 — куля;
5 — кришка; 6 — ручка.

Кульовий кран складається з роз'ємного корпуса, кулі, кришки, ущільнювальних кілець із пружинами і ручки. Кран не створює опору (при повному його відкриванні) при протіканні палива, герметичний і надійний в експлуатації.

Крім основного запірного пристрою початок зливної трубки всередині резервуару закривають хлопавкою (рис. 4.13), тому нафтопродукт не може витекти з резервуару під час аварії трубопроводу або ремонту крану.

Щоб випустити нафтопродукт з резервуару необхідно підняти кришку клапана, для чого користуються важільним пристроєм і тросиком. Якщо трубою користуються і для приймання нафтопродукту, то при накачуванні його в резервуар кришка хлопаки піднімається струменем рідини. Хлопавки встановлюють на резервуари місткістю понад 5 м³. У резервуарах меншої місткості є поплавковий пристрій, який виконує ту саму функцію, що й хлопака, коли підняти поплавець вище рівня нафтопродукту.

Щоб всередину через дихальну трубку не потрапляло полум'я або вибухова хвиля при виникненні поблизу пожежі або вибуху між дихальним клапаном і резервуаром встановлюють вогневі запобіжники.

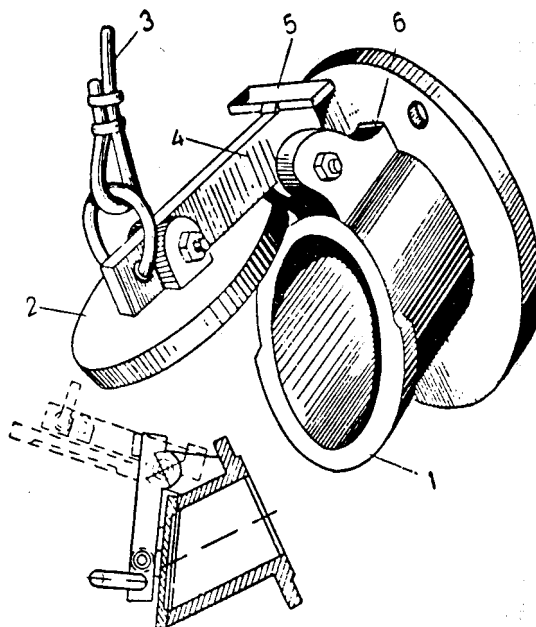


Рис. 4.13. Хлопака:

1 — корпус; 2 — кришка хлопаки; 3 — трос для керування хлопавкою;
4 — важіль; 5 — стопорна планка; 6 — пружина шарніра.

Вогневий запобіжник (рис. 4.14) поглинає теплоту вогневої хвилі, розсікаючи її на безліч окремих струминок і гасячи її. Для ліквідації полум'я усередині вогневих запобіжників уміщують гофровані пластини з латуні або насипають добре промитий гравій.

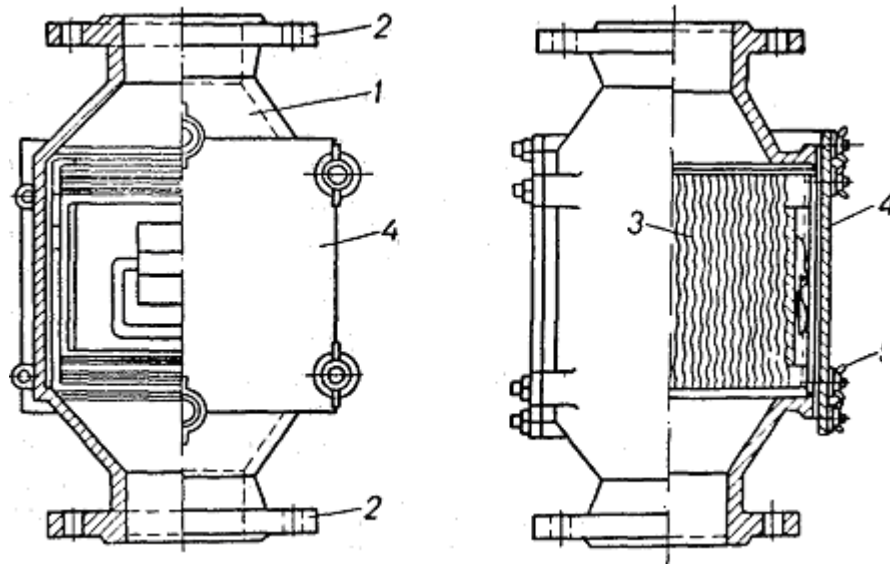


Рис. 4.14. Пластинчатий запобіжник:

1 — корпус; 2 — фланець; 3 — шухляда з пластинами; 4 — кришка корпуса.

Резервуар, призначений для збереження і відстоювання дизельного палива, додатково обладнують плаваючим паливоприймачем для добору палива з верхніх, найбільш чистих шарів. Після відстоювання паливоприймач кріплять болтами до фланця приймально-роздавальної труби усередині резервуара. Через отвори в поворотній забірній трубі біля поплавця паливо надходить через паливоприймач у приймально-роздавальний патрубок і видатковий кран. Поплавець утримує кінець труби на глибині 15..20 см від поверхні палива в резервуарі.

В міру витрати палива з резервуара поплавець опускає забірну трубу до дна. Упор паливозабірної труби обмежує опускання поплавця до висоти 20 см від дна резервуара.

Резервуари для збереження стиснених газів використовуються як у наземному так і в підземному виконанні.

Наземні резервуари, призначені як для збереження пропану, бутану так і їх сумішей, розраховуються на робочий тиск, що відповідає тиску насичених парів зрідженого газу при максимальній температурі повітря в літню пору, але не вище $+50^{\circ}\text{C}$. Підземні резервуари розраховуються на

робочий тиск, що відповідає тиску насичених парів зрідженого газу при максимальній температурі ґрунту в літню пору, але не вище $+25^{\circ}\text{C}$.

Циліндричні горизонтальні резервуари виготовляють об'ємом 10, 12, 25, 50 і 175 м^3 . Схема установки й обв'язки найбільш розповсюджених резервуарів об'ємом 25 і 50 м^3 приведені на рис. 4.15, рис. 4.16. Усі пристрої, що відключають, на надземних резервуарах розташовуються в безпосередній близькості від штуцерів. У підземних резервуарів пристрої, що відключають, а також запобіжні клапани і контрольно-вимірювальні прилади повинні знаходитися вище рівня землі.

Кульові резервуари застосовують в основному для збереження бутану. Для виготовлення кульових резервуарів витрачається менше металу на одиницю об'єму. Наприклад, кульовий резервуар обсягом 600 м^3 при товщині стінки 22 мм і діаметром 10,5 м, розрахований на робочий тиск 0,6 МПа, важить 70 т.

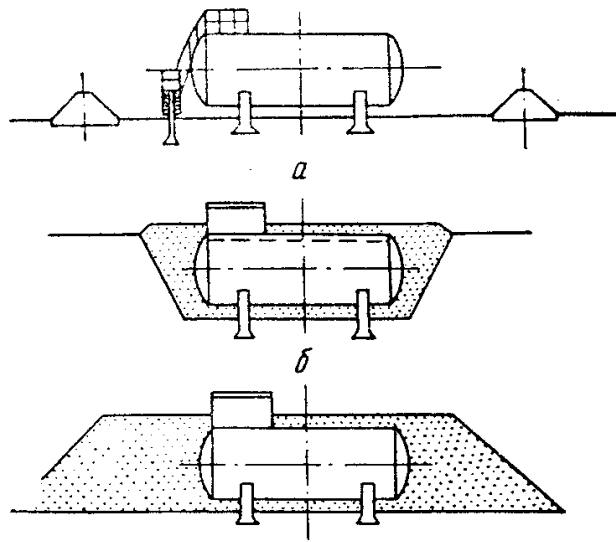


Рис. 4.15. Схеми установки надземних і підземних циліндричних резервуарів.

а — надземний резервуар; б — підземний резервуар; у — резервуар із засипанням.

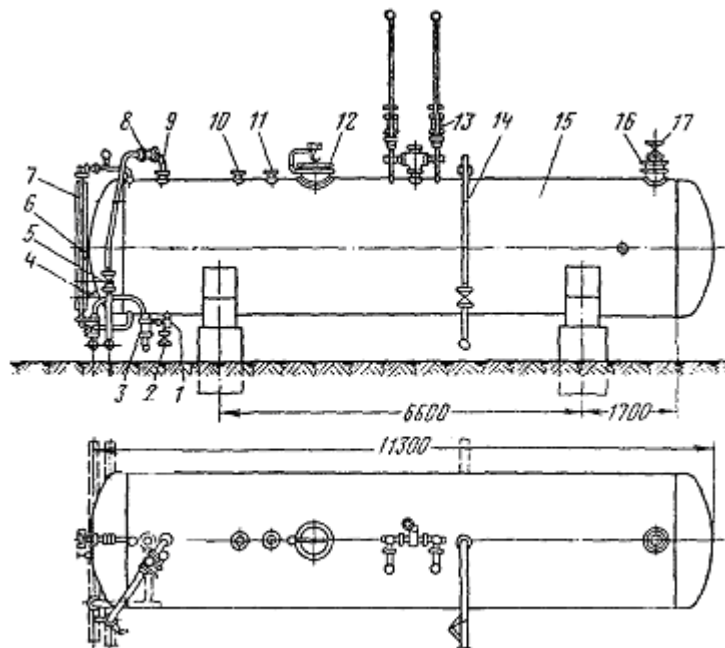


Рис. 4.16. Схема установки та обв'язки надземного циліндричного резервуара.

1 — клапан дренажний незамерзаючий; 2 — вентиль запірний $L=40$ мм; 3 — швидкозакривний клапан на видатковому трубопроводі рідкої фази; 4 — кишеня для термометра; 5 — кран прохідний сталевий $L=80$ мм; 6 — вентиль для добору проби; 7 — показчик рівня рідкої фази; 8 — зворотний клапан $D_y=80$ мм; 9 — трубопровід для заповнення резервуара; 10 — резервний штуцер; 11 — штуцер для установки сигналізатора граничного рівня; 12 — люк для огляду резервуара $D_y=450$ мм; 13 — запобіжні клапани; 14 — трубопровід парової фази; 15 — надземний сталевий циліндричний резервуар; 16 — люк для вентиляції резервуара; 17 — кран прохідний сталевий $D_y=50$ мм.

Внутрішній діаметр штуцерів для манометрів, добору проб газу й рівневимірних трубок має бути не більш 3 мм. Такий отвір розпорошує струмінь рідини і у випадку поломки манометра або вентиля дає можливість швидко ліквідувати несправність.

Наземні резервуари для захисту від дії сонячних променів фарбують у світлий колір і обладнують тінювими кожухами чи розташовують під навісами. Підземні резервуари покривають протикорозійною ізоляцією і засипають піском. Кожна ємність обладнується люками. Люк-лаз має діаметр 0,45 м, а люк для вентиляції — 0,20 м. Від люка-лазу всередину горизонтального резервуара встановлена драбина для

спуска по ній людини під час внутрішнього огляду ємкості. Штуцер для спуску води необхідно обладнати незамерзаючим клапаном.

Резервуари бази збереження обладнуються наступними контрольно-вимірювальними приладами і арматурою: показчиками рівня рідкої фази, показчиками тиску парової фази, запобіжними клапанами, термометрами для виміру температури рідкої фази, люками-лазами і вентиляційним люком, пристроями для продувки резервуара парою або інертним газом та видалення з нього води і важких залишків, пристроєм для добору проб рідкої і парової фази.

Крім того, на витратному трубопроводі резервуара встановлюється швидкісний клапан, що автоматично відключає трубопровід при його розриві або іншій аварії на ньому, що приводить до викиду з резервуара великої кількості зрідженого газу. Якщо до резервуара підводиться окремий трубопровід наповнення, то на ньому має бути встановлений зворотний клапан, що запобігає можливості виходу рідкої фази. Кожен резервуар обладнується не менш ніж двома пружинними запобіжними клапанами (робочим і контрольним), оснащеними пристроями для контрольної продувки.

Дрібна нафтовара. У дрібній нафтоварі – металевих і полімерних бочках, бідонах, банках та шухлядах зберігають невеликі кількості нафтопродуктів (кусовий бензин, пластичні мастила тощо). Основними видами дрібної нафтовари є сталеві бочки. Їх виробляють з листової сталі завтовшки 2 мм. Довкола бочки біля днищ і в середній частині приварюють сталеві обручі для міцності. Бочки годяться для зберігання всіх видів рідких нафтопродуктів.

Бочки оцинковані (табл. 4.7) виготовляють двох типів зі зливно-наливною горловиною на днище. Допускається за вимогою замовника виготовляти бочки місткістю 200 л з горловиною на обичайці. Бочки повинні бути оцинковані усередині і зовні або пофарбовані зовні.

Таблиця 4.7. Технічна характеристика оцинкованих бочок для збереження ПММ

Місткість, л	Висота, м	Діаметр, мм		Маса, Н, не більш
		внутрішній	зовнішній	
200	870	614	560	500
100	709	496	442	260

Бочки сталеві зварені (табл. 4.8) загорнені з гофрами на обичайці місткістю 50, 100 і 200 л також можуть застосовуватися для транспортування і збереження ПММ.

Таблиця 4.8. Технічна характеристика сталевих зварних бочок для збереження ПММ

Місткість, л	Висота повна, мм	Товщина метала, мм		Маса, Н, не більше
		обичайки та днища	кінцевих обручів	
50	542	1	2-3	95
100	698	1,2	3-4	165
200	860	1,7-1,8	4-5	370

Каністри (табл. 4.9) виготовляють зі сталі місткістю 5, 10 і 20 л. Корпус каністри зварюють із двох половин (штампованих), горловина має відкидну кришку, в якій запресована прокладка з бензостійкої гуми.

Таблиця 4.9. Характеристика каністр для транспортування і зберігання рідких палив

Місткість, л		Довжина, мм	Ширина, мм	Висота, мм	Маса, Н
номінальна	повна				
5	6,3	210	120	290	22,5
10	11,0	280	130	390	26
20	21,2	345	165	468	42

Каністри мають зливні носи́ки і повітряні трубки для випуску повітря під час їх випорожнення та наповнення, що забезпечує переливання нафтопродуктів без розбризкування.

Банки металеві або полімерні місткістю від 10 до 100 Н виготовляють циліндричної і прямокутної форми з кришками, що встановлюються або загвинчуються.

4.1.3 Приймання і відпускання ПММ із нафтосховищ.

Приймання нафтопродуктів. Перед прийманням нафтопродукту на склад необхідно: оглянути та при необхідності зачистити резервуар, тару для зливу нафтопродукту; для затарених нафтопродуктів підготувати місця для збереження заміряти рівень нафтопродуктів у резервуарах, у які буде здійснюватися злив нафтопродукту з залізничних цистерн чи наливних барж; відокремити резервуар, у який буде проводитися злив нафтопродукту, від інших резервуарів, закриваючи відповідні крани, засувки і вентиля; перевірити справність засобів перекачування, зливальних пристроїв, кранів, вентилів, засувок рукавів тощо.

Для зливу нафтопродуктів із залізничних цистерн на нафтосховищі господарства встановлюється стояк з електричним приводом за типовими проектами. Стояк з'єднується з приймально-відпускними трубами відповідних резервуарів системою трубопроводів із засувками.

Залізничний прийомний стояк має забезпечувати злив палива з залізничної цистерни як через її горловину, так і через нижній зливальний пристрій. Подача насоса стояка повинна забезпечувати тривалість зливу, встановлену Статутом залізниць України, не менш $20 \text{ м}^3/\text{ч}$.

На рис. 4.17 схематично показано універсальний приймальний стояк, пристосований для зливу нафтопродуктів з будь-якої тари різними способами.

На рис. 4.18 представлений стояк для зливу палива з залізничної цистерни через її горловину.

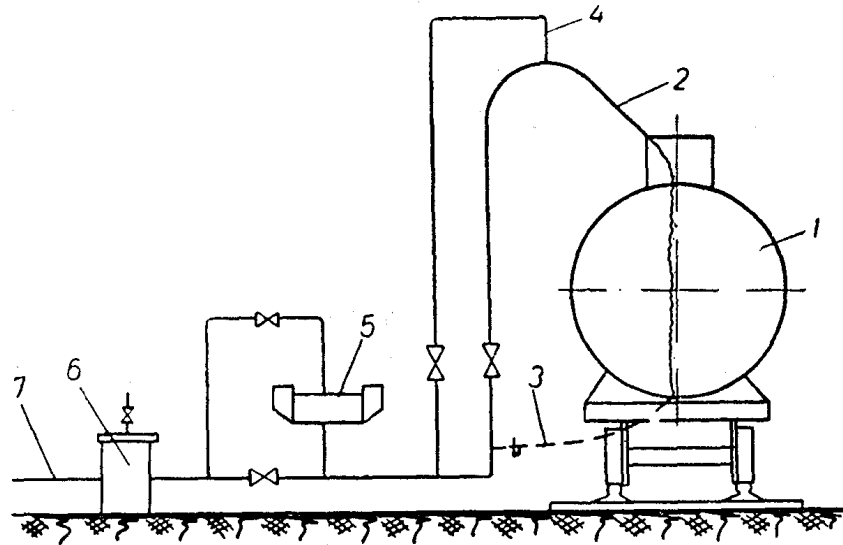


Рис. 4.17. Схема зливу нафтопродукту з залізничної цистерни:

1 — цистерна; 2 — верхнє забирання; 3 — нижнє забирання; 4 — верхній злив; 5 — насос; 6 — прямооточний фільтр; 7 — трубопровід.

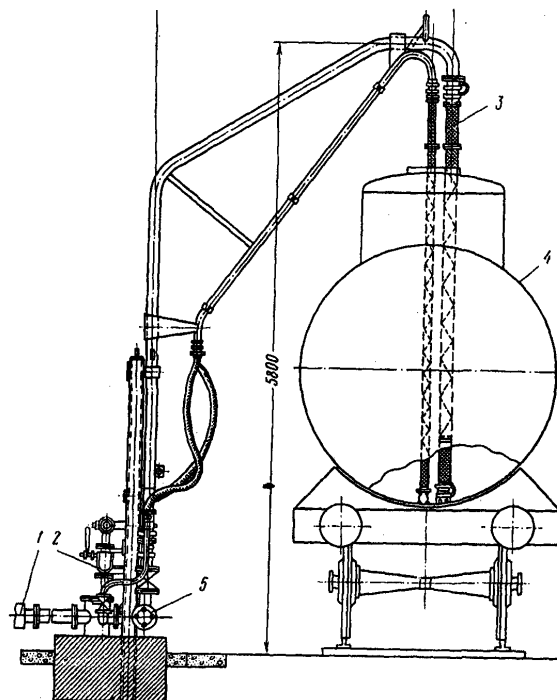


Рис. 4.18. Стояк для зливу нафтопродуктів із залізничних цистерн:

1 — насос з електродвигуном; 2 — ручний насос; 3 — всмоктувальний рукав; 4 - залізнична цистерна; 5 — патрубок нижнього зливу.

Устаткування всіх залізничних систем новими універсальними зливальними приладами створило умову для широкого впровадження на нафтобазах закритого (герметизованого) нижнього зливу не тільки високов'язких, але і малов'язких нафтопродуктів (бензин, гас, дизельне паливо тощо). Розроблено різні конструкції пристроїв для нижнього зливу. На рис. 4.19 представлена одна з конструкцій, яка складається з патрубку 1 для приєднання до зливного колектора, відводу 2, шарнірно зчленованих трубопроводів 3 і сполученої голівки 4. Остання підключається до патрубку зливного приладу цистерни за допомогою захватів. Легкість горизонтального переміщення окремих ланок пристрою досягається установкою між фланцями шарнірів з кульковими підшипниками.

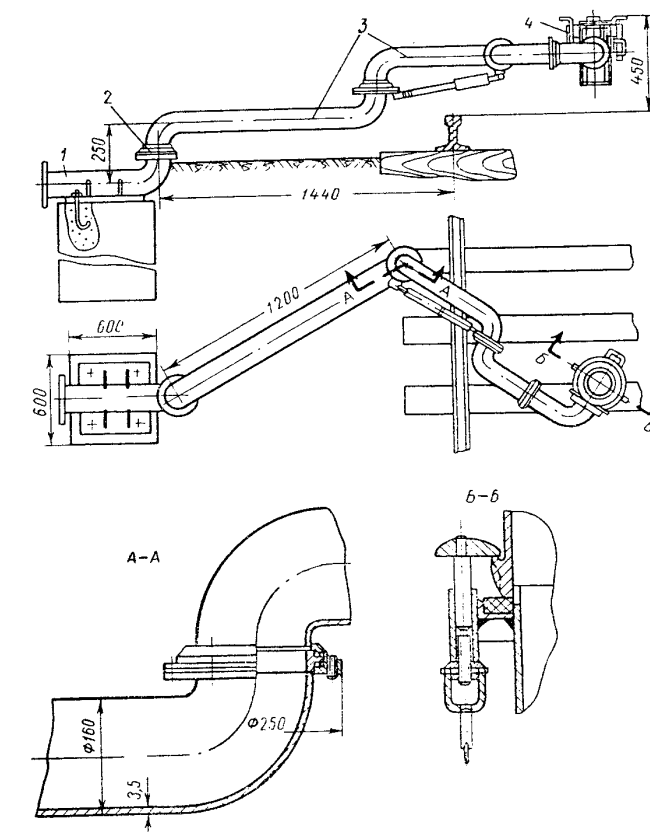


Рис. 4.19. Пристрій для нижнього зливу нафтопродуктів із залізничної цистерни (СЛ-9)

Найбільш ефективним пристосуванням для механізації операцій нижнього зливу вагонів-цистерн є установки УСН-175 і УСНПп-175 (рис. 4.20). Установка УСНПп-175 додатково оснащена

паровими сорочками, конденсатовідвідником, краном і шлангами для подачі гарячої пари в зливальний прилад цистерни при розігріві крижаної пробки. Приєднувальна голівка підключається до патрубку нижнього зливального приладу цистерни двома гачками-захоплювачами. Для відводу статичної електрики ізольовані ділянки установки заземлюють.

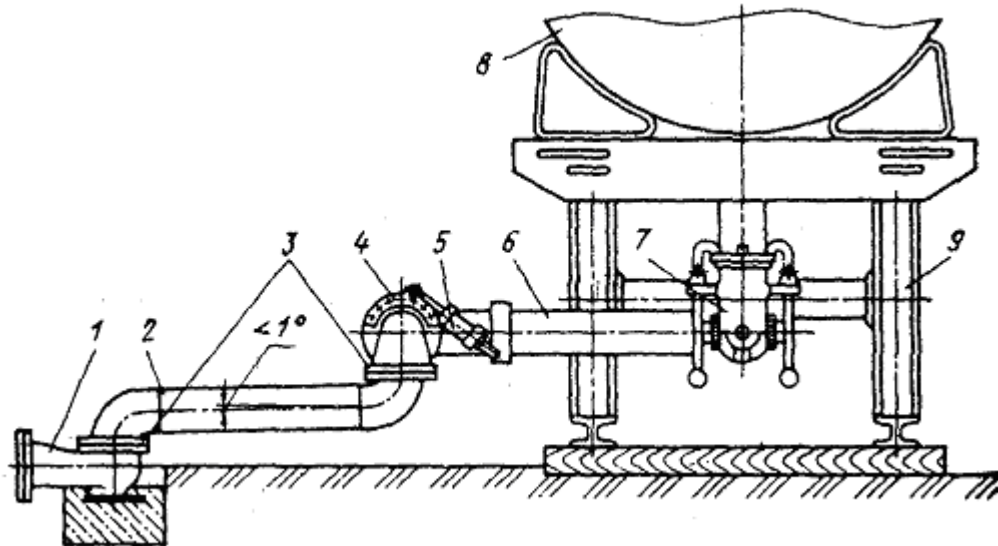


Рис. 4.20. Установка УСН-175 для нижнього зливу із залізничних вагонів-цистерн

1 — корінний опорний патрубок; 2, 6 — рухливі патрубки; 3, 4 — шарніри; 5 — пристрій, що врівноважує; 7 - приєднувальна голівка; 8- цистерна; 9 - колісна пара.

Після подачі рухомого складу на зливальну лінію оператор відкриває нижню частину зливального патрубку цистерни і приєднує голівку установки до нижнього патрубку цистерни. Потім відкривається клапан нижнього зливного приладу і відбувається злив або наливання цистерни. Відключення — у зворотному порядку.

Відпуск нафтопродуктів на нафтобазах в автоцистерни здійснюється через спеціальні роздавальні пристрої. Одним з таких пристроїв є система автоматичного наливу (АСН). На рис. 4.21 представлена установка АСН-12.

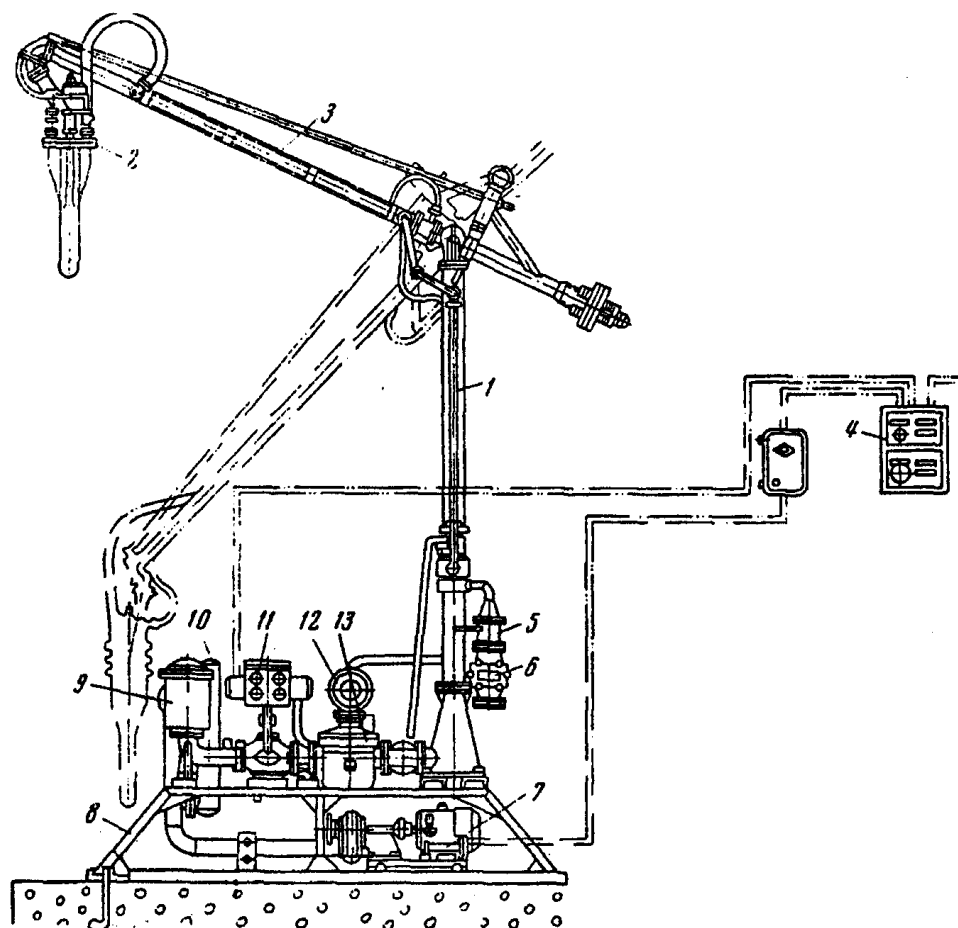


Рис. 4.21. Установка герметизованого наливу автоцистерн АСН-12

1 — наливний стояк; 2 — датчик наливу з герметизуючою кришкою; 3 — лінія газовідведення; 4 — пульт керування наливом; 5 — зворотний клапан; 6 — вогневий запобіжник; 7 — насосний агрегат; 8 — арка; 9 — фільтр-повітрєвідокремлювач; 10 — гідроамортизатор; 11 — напівавтоматичний дозуючий клапан; 12 — термодокоректор; 13 — лічильник рідини.

Продуктивність одного стояка 16,7 л/с світлих нафтопродуктів, споживана потужність 1 кВт. На рис. 4.22 показана схема автоматичної станції наливу, обладнаної АСН. Нафтопродукти подаються на станцію по трубах 13 і 14 з резервуарів. Для кожного сорту нафтопродукту прокладається окремий колектор. На колекторах встановлюються щільноміри 3 із засувками 1.

У щільномір нафтопродукт подається відцентровим насосом 2, і після виміру щільності цим же насосом рідина повертається в колектор. У місцях приєднання труб до наливних стояків споруджуються колодязі 5, у яких крім відводів труб встановлюються засувки 6 для відключення лінії

живлення наливних блоків від колектора і фільтра грубого очищення 4. Нафтопродукт через відвідну трубу направляється до відцентрового насоса 8, а потім через фільтр 9, клапан-дозатор 10, рідинної лічильник 11 і наливний стояк 12 надходить у цистерну. На відводах труб ставлять повітряні ковпаки 7 для пом'якшення гідравлічного удару, який викликається швидким закриттям напівавтоматичного клапана дозування.

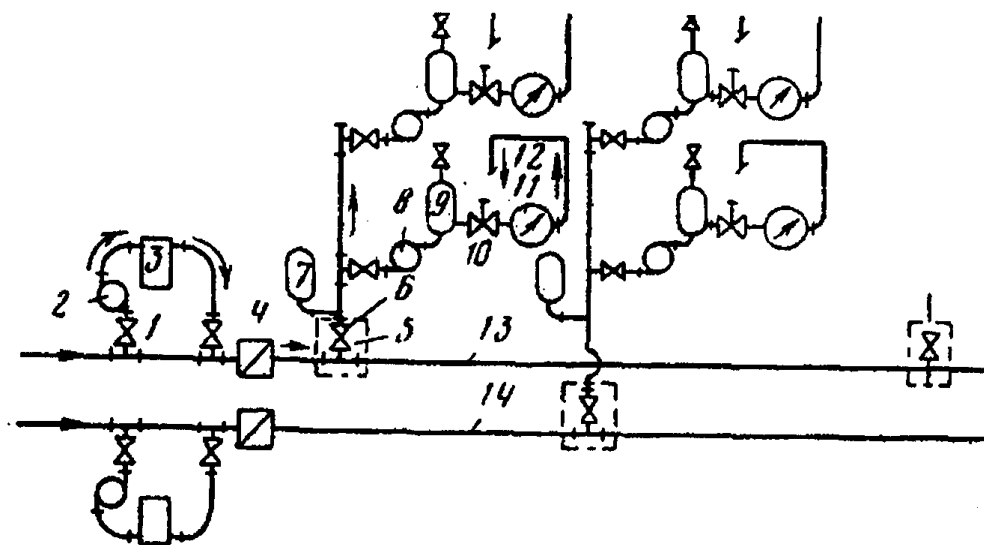


Рис. 4.22. Схема автоматичної станції наливу.

Для прийому з автоцистерн і видачі палива в автоцистерни та заправні агрегати на складі господарства використовують засоби, що випускаються промисловістю: приймально-роздавальні стояки 03-2462, 03-9721, а також мотопомпи МПГ-10 і МПГ-10Е. При відсутності спеціального стояка і пересувних мотопомп для зливо-наливних операцій встановлюють насоси з електродвигуном на одній плиті АСВН-80 і АСЦЛ-20-24 з подачею 25...30 м³/год. Приймально-роздавальний стояк 03-9721 (рис. 4.23) поставляється в готовому виді, його необхідно встановити на фундамент, приєднати до труб, що йдуть від резервуарів до мережі електропередачі.

Стояк має пристрої для приєднання зливальних рукавів автоцистерн трьох типорозмірів. Пристрій стояка дозволяє приймати з транспортних цистерн нафтопродукти: самопливом, за допомогою насоса, що знаходиться

на транспортній цистерні або за допомогою насоса, вмонтованого в корпус стояка, а також пропускати паливо через фільтр і лічильник.

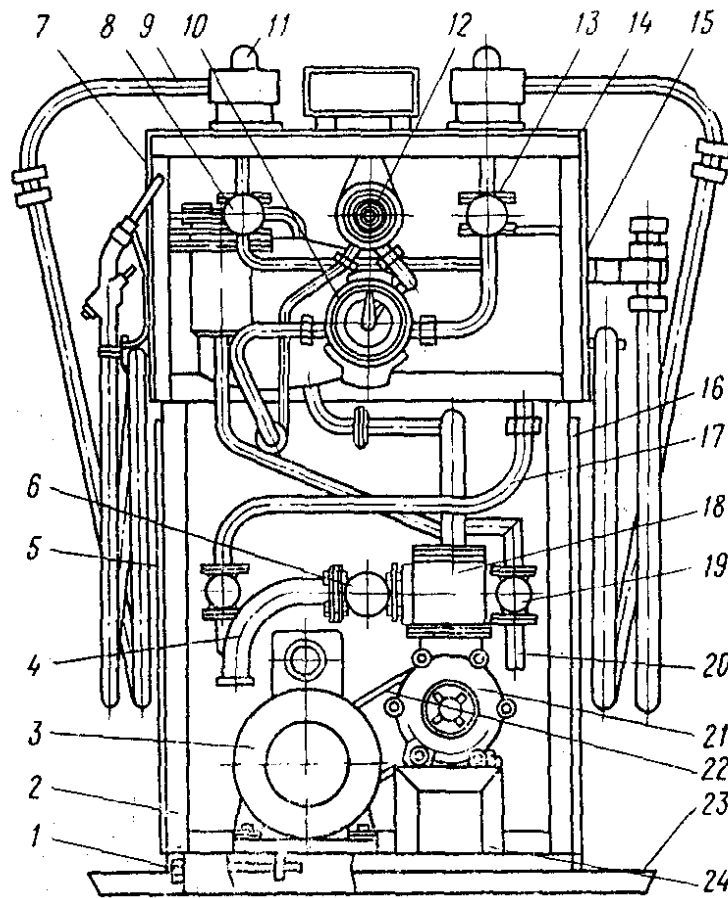


Рис. 4.23. Приймально-роздавальний стояк ОЗ-9721:

1 - натяжний пристрій; 2 — каркас; 3-насос; 4, 20 — патрубки; 5 — бічна стінка; 6, 13 і 19 — засувки; 7, 15 — бічні облицювання; 8 — засувка видачі палива; 9 — патрубок для видачі палива; 10 — лічильник рідини; 11 - поворотна голівка; 12 — дифманометр; 14 — кришка; 16 — бічні дверцята; 17 - труба газообв'язки; 18 — перехідник; 21 — електродвигун; 22 — пасова передача; 23 — колодязь; 24 - рама кріплення електродвигуна

Приймально-роздавальний стояк ОЗ-9721 призначається не тільки для прийому і видачі палива — бензину, дизельного палива, гасу в автоцистерни і заправні агрегати, але і для заправлення баків тракторів, комбайнів і автомобілів, пропускаючи паливо через фільтр ФДГ-30ТМ і через лічильник ШЖУ-40С.

Подача насоса стояка при зливі і видачі до 500 л/хв., а при заправленні баків машин від 50 до 80 л/хв. подача насоса при заправленні регулюється спеціальним вентилем. Потужність електродвигуна стояка 7,5...10,0 кВт.

Мотопомпа МПГ-10Е (рис. 4.24) пересувна, на двох пневматичних колесах.

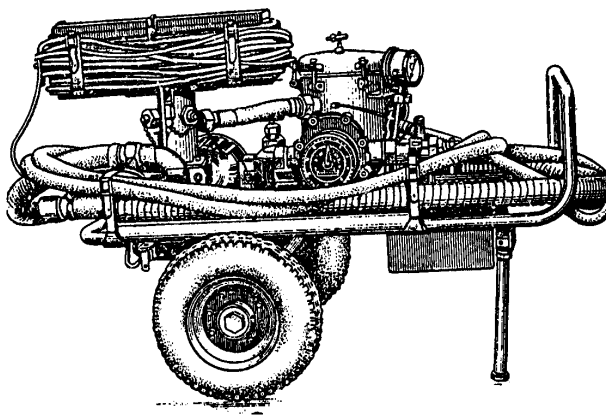


Рис. 4.24. Мотопомпа МПГ-10Е

Технічна характеристика приймально-роздавальних засобів приведена в таблиці 4.10.

Таблиця 4.10. Технічна характеристика приймально-роздавальних засобів

Параметри та обладнання	Марка					
	ОЗ-9721	ОЗ-2462	МПГ-10	МПГ-103	Насос АСВН-80	Насос АСЦП-20-91
Подача, м ³ /год	20...30	10	8...13	8—13	20—30	30—40
Тиск нагнітання, Па	(29-51)10 ⁴	23•10 ⁴	23•10 ⁴	23•10 ⁴	(29—51)10 ⁴	(40—65)10 ⁴
Висота всмоктування, Па	5•10 ⁴	4•10 ⁴	4•10 ⁴	4•10 ⁴	5•10 ⁴	5•10 ⁴
Двигун	КО-12-4Ш2	ВАО-31-2	2СД-Б	АОЛ-42-2	КО-12-4Ш2	МА-144-1/4
Насос	СВН-80	ЦВС-53	ЦВС-53	ЦВС-53	СВН-80	СЦО-20-20
Фільтр	ФГН-30ТМ	ФДГ-30ТМ	ФДГ-30ТМ	ФДГ-30ТМ	—	—
Лічильник	ШЖУ-40С	СВШС-40	СВШС-30	СВШС-40	—	—
Габаритні розміри, мм:						
довжина	1640	1000	1500	1500	1126	1135
ширина	1180	700	990	900	650	615
висота	1890	800	950	950	465	688
Маса, Н	6750	2500	2100	2200	2400	1700

Прийом рідких ПММ з автоцистерн у резервуари складу і видача з резервуарів в автоцистерни і механізовані заправні агрегати здійснюються шестерними насосами типу «РЗ» декількох моделей, що відрізняються одна від іншої подачею. Кожну модель насоса випускають у двох варіантах: з електродвигуном і без електродвигуна.

Технічна характеристика шестерних насосів для перекачування ПММ приведена в таблиці 4.11.

Таблиця 4.11. Технічна характеристика шестеренних насосів

Параметри	Марка			
	РЗ-3	РЗ-4,5	РЗ-7,5	РЗ-30
Подача, м ³ /с	8•10 ⁻⁴	25•10 ⁻⁴	40•10 ⁻⁴	140•10 ⁻⁴
Тиск нагнітання, Па	142•10 ⁴	32•10 ⁴	32•10 ⁴	42•10 ⁴
Потужність електродвигуна, кВт	2,8	1,7	2,8	4,5
Марка двигуна	А-42-4	АО-41-4	АО-41-4	АО-62-6
Габаритні розміри, мм: без електродвигуна з електродвигуном та плитою	260x255x136 655x370x347	275x225x136 665x345x347	300x245x136 695x272x358	353x320x320 910x421x174
Маса, Н: без електродвигуна з електродвигуном та плитою	110 700	130 790	155 710	480 1740

При розташуванні резервуарів з ПММ під землею (чи в підвалі) ПММ з автоцистерн зливають також і самотливом через зливальні пристрої, установлені на резервуарах.

Для перекачування бензину, дизельного палива, гасу та інших видів рідких палив у невеликих кількостях на складах нафтопродуктів можуть бути застосовані і ручні насоси «Джерело», БКФ-4, РН-40 (табл. 4.12).

Таблиця 4.12. Технічна характеристика ручних насосів

Параметри	Марка		
	«Джерело »	БКФ-2	Р11-10
Тип	Подвійної дії		
Привід	Ручний		
Подача, м ³ /с	(35...45) 10 ⁻⁵	(65...80) 10 ⁻⁵	(60...110) 10 ⁻⁵
Тиск нагнітання, МПа	30 10 ⁴	30 10 ⁴	30 10 ⁴
Висота всмоктування, Па	5 10 ⁴	4,5 10 ⁴	5 10 ⁴
Діаметр циліндра, мм	75	100	100
Хід поршня, мм	70	90	86
Габаритні розміри, мм:			
довжина	275	295	500
ширина	167	250	285
висота	194	318	320
Маса, Н	130	270	360

На рис. 4.25 показаний пристрій, який широко використовується в нафтогосподарствах, у виді ручного одноциліндрового поршневого насоса подвійної дії типу БКФ.

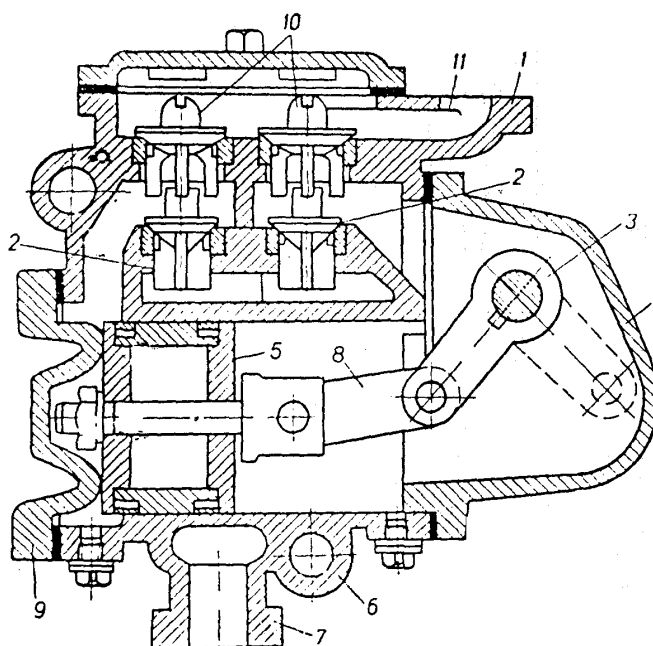


Рис. 4.25. Ручний насос з одним поршнем подвійної дії типу БКФ:

1 — корпус; 2 — усмоктувальні клапани; 3 — привод; 4 — кришка; 5 — поршень; 6 — циліндр; 7 — усмоктувальний патрубок; 8 — кривошипно-шатунний механізм; 9 — кришка; 10 — нагнітальні клапани; 11 — нагнітальний патрубок.

При русі поршня вліво в правій частині циліндра створиться вакуум, завдяки якому відбувається всмоктування рідини. Одночасно рідина, що надходить у ліву половину, видавлюється поршнем через лівий нагнітальний клапан у патрубок 11. Ліві клапани відділені від правих перегородкою. При зливо-наливних операціях і при роз'єднанні рукавів відбуваються великі втрати нафтопродуктів. Для усунення втрат застосовують кульову муфту ОЗ-3548А (рис. 4.26).

Рознімна кульова муфта складається з двох частин. Одна частина приєднується до зливного рукава автоцистерни, інша — до прийомного патрубку приймально-роздавального стояка ОЗ-9721. Кожна половина муфти має кульові крани, які після з'єднання муфти відкриваються для проходження палива. По закінченні зливу нафтопродукту крани перекриваються а при роз'єднанні напівмуфт паливо не витікає. Не закривши крани, роз'єднати муфту неможливо. Роз'єднані напівмуфти захищаються від забруднення спеціальними запобіжними кришками. Кульові муфти виготовляються з умовними проходками 50 та 37 мм. Маса муфт у зборі відповідно 50 та 40 Н. Габарити 260×160×180 мм.

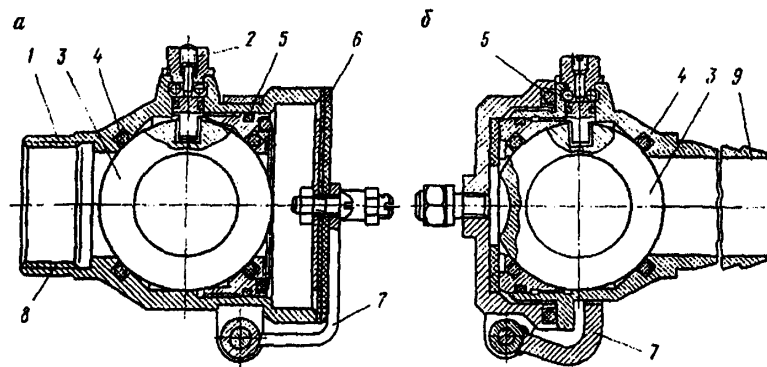


Рис. 4.26. Кульова муфта ОЗ-3548А:

а — ліва; б — права; 1 — корпус; 2 — шток; 3 — кульовий клапан; 4, 5 — ущільнювальні кільця; 6 — кришка запобіжна від забруднення; 7 — скоби затискні; 8 — різьбова ділянка для приєднання до стояка; 9 — штуцер для приєднання до рукава автоцистерни.

На кінці зливного рукава мотопомп та транспортних автоцистерн встановлюють паливороздавальні автоматичні крани ОЗ-1576 з умовним проходом 38 мм, які дозволяють пропускати паливо до 300 л/хв. Автоматичний кран при заповненні ємності, коли рівень палива досягає нижньої частини труби крана, закриває отвір, що компенсує надходження повітря в мембранну камеру, спрацьовує і перекривається отвір входу палива в кран.

Приймально-роздавальне обладнання. До приймально-роздавального обладнання відносяться також приймальні клапани, фільтри і роздавальні наконечники тощо (рис. 4.27).

На кінці всмоктуючих шлангів насаджують приймальні наконечники для запобігання сплюснуванню шлангів або присмоктуванню їх до дна тари. Якщо шланг працює з насосом, який вимагає попереднього заливання, використовується наконечник з клапаном. Щоб від випадкових ударів не утворювалися іскри, зовнішні деталі наконечників виготовляють з бронзи або алюмінієвого сплаву. Кінці гнучких шлангів, які опускаються в місткість, обладнуються роздавальними наконечниками, виготовленими у вигляді револьверних клапанних кранів або пістолетів. Ці крани і пістолети призначені для припинення надходження палива з роздавального шлангу.

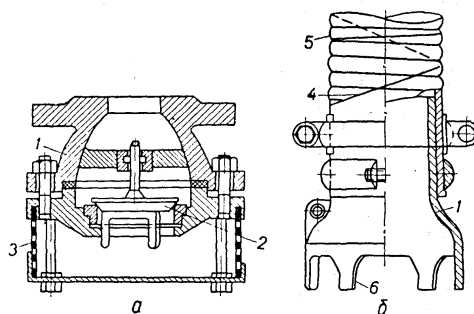


Рис. 4.27. Приймальні наконечники всмоктуючих шлангів

а – наконечник з клапаном; б – наконечник без клапану; 1 – корпус; 2 – клапан; 3 – сітка; 4 – мірна спіраль для заземлення; 5 – кільце з дроту, що закріплює спіраль; 6 – зубець коронки.

На рис. 4.28 зображено роздавальний пістолет РП-34 до складу якого входять: корпус, зливна трубка, клапанний механізм, що перекриває отвір роздавального шланга, та інші деталі запірною прибудую. Роздавальний пістолет РП-34 дозволяє регулювати швидкість витікання палива.

Крім зазначених, існують роздавальні наконечники автоматичної дії, або автокрани. Ці наконечники мають поплавці, які при підніманні їх до рівня рідини спливають і закривають запірний клапан, внаслідок чого подача палива припиняється.

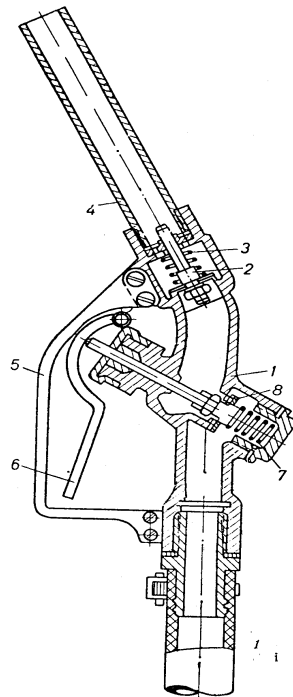


Рис. 4.28. Роздавальний пістолет:

1 — корпус; 2 — відсічний клапан; 3, 7 — пружина; 4 — наконечник;
5 — скоба; 6 — важіль; 8 — ручний клапан.

4.1.4 Трубопроводи і арматура для збереження рідких палив і масел.

Технологічні трубопроводи, призначені для безперебійного виконання всіх операцій по прийому, зберіганню, наливу і відпуску нафтопродуктів з нафтосховища (нафтобази) виконуються без псування якості і кількісних втрат.

Перекачування різних нафтопродуктів по технологічних нафтопроводах повинне здійснюватися відповідно до ДСТ 1510—84, нормам технічного проектування нафтобаз і вимог СНиП 11-106-79 «Склади нафти і Нафтопродуктів» і СНиП 11-89-80 «Норми проектування. Генеральні плани промислових підприємств».

Усі технологічні трубопроводи підлягають випробуванню на міцність і щільність після монтажу, ремонту, пов'язаного із зварюванням, після консервації і простою більше року.

До основних характеристик трубопроводів відносяться вид матеріалу (металевий, неметалічний), зовнішній діаметр і товщина стінки і механічні властивості (умовний, пробний і робочий тиск). При підборі арматури керуються умовним проходом (округленим внутрішнім діаметром трубопроводу). В залежності від умовного проходу труби використовуються 15, 20, 25, 32, 40 мм для зворотного зливу з паливороздавальних колонок, 25 мм — в якості всмоктувального і напірного трубопроводів маслороздавальних колонок, 40 мм — всмоктувального і напірного трубопроводів паливороздавальних колонок, а також замірного пристрою; 50, 70 і 80 мм — як зливний пристрій.

Приєднувальні пристрої для технічних засобів заправлення, перекачування, зливу-наливу призначені для з'єднання систем і пристроїв при виконанні зливно-наливних операцій з нафтопродуктами і

виготовляються декількох типів (табл. 4.13). Основні параметри і розміри пристроїв повинні відповідати вимогам ДСТ 20772—81.

Арматура, яка застосовується для паливо- і маслороздавальних колонок і устаткування резервуарів нафтоскровищ: вентилі запірні, фланцеві, коркові і кульові крани і швидкокорозійні муфти та інші пристрої, робота яких приведена вище.

Труби з'єднуються між собою фланцями, різьбовими муфтами або за допомогою газового та електричного зварювання. Найбільш надійними і герметично міцними є зварні, тому вони одержали найбільше поширення. Однак іноді окремі ділянки трубопроводів зручніше з'єднувати за допомогою муфт із гайками. Різні типи з'єднань труб показаний на рис. 4.29 і рис. 4.30.

Таблиця 4.13. Приєднувальні пристрої для зливно-наливних операцій із ПММ

Тип з'єднання	Діаметр умовного проходу, мм	Умовний тиск, МПа	Область застосування	Призначення
Різьбове	25	0,46	Напірні патрубки автопаливо-маслозаправників та автомаслозаправників	Для з'єднання з деталями зливо-наливних систем
	40, 50		Напірні патрубки автопаливозаправників та всмоктуючі патрубки автопаливомаглозаправників	
	65		Напірні та всмоктуючі патрубки автоцистерн	
	100		Рухомі та гумотканеві резервуари	
Фланцеве	75, 100	1,01	Автоцистерни, автопаливозаправники, мотонасосні агрегати	Для з'єднання з відповідними фланцями трубо-проводної арматури
	100, 150	0,61	Стаціонарні резервуари	
Раструбне	100, 150	6,4	Польові збірно-розбірні трубопроводи	Для з'єднання елементів трубопроводу
Механічні захвати	200	4	Установки для зливу-наливу нафтопродуктів з залізничних цистерн	Для з'єднання з універсальними приборами залізничних цистерн та автоцистерн (при нижньому зливі)
Захвати	100	4	Автоцистерни	

При прокладанні трубопроводів, крім прямолінійних з'єднань застосовують різні фігурні з'єднання (хрестовини, відводи, трійники і т.п.). Для запобігання ушкодженню трубопроводів під дією коливань зовнішньої температури їх укладають не прямолінійно, внаслідок чого відбувається самокомпенсація, що має велику довжину, то при значних коливаннях температури навколишнього повітря встановлюють спеціальні компенсатори (відрізок труби у виді петлі).

При прокладанні трубопроводу варто встановлювати на висоті 0,3...0,4 м від поверхні землі на опорах. Прокладка труб безпосередньо по землі скорочує їхній термін служби через корозію й ускладнює догляд за ними.

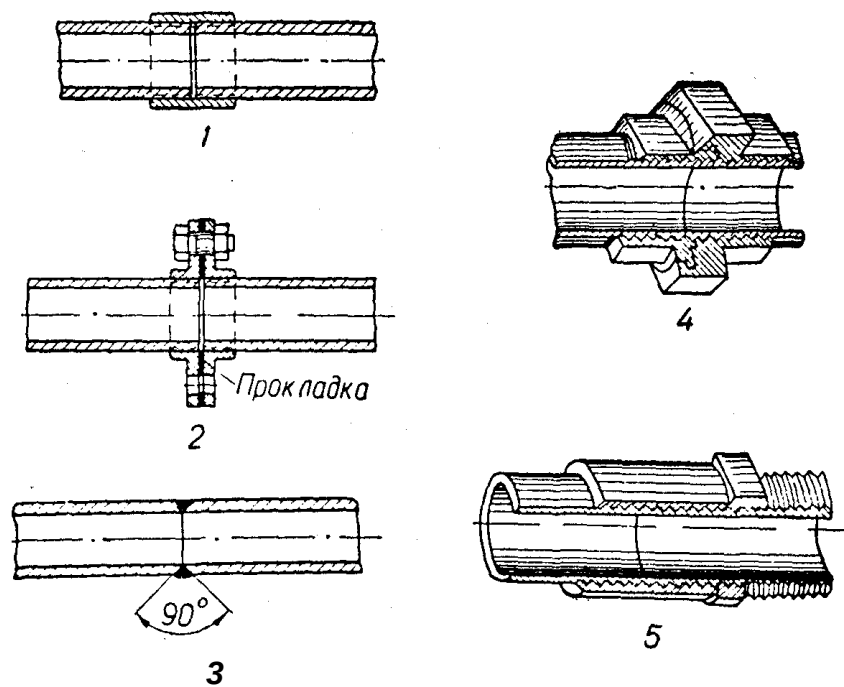


Рис. 4.29. Типи з'єднань труб:

1 — муфтове; 2 — фланцеве; 3 — зварне; 4 — за допомогою спеціальної муфти з гайкою; 5 — за допомогою згону.

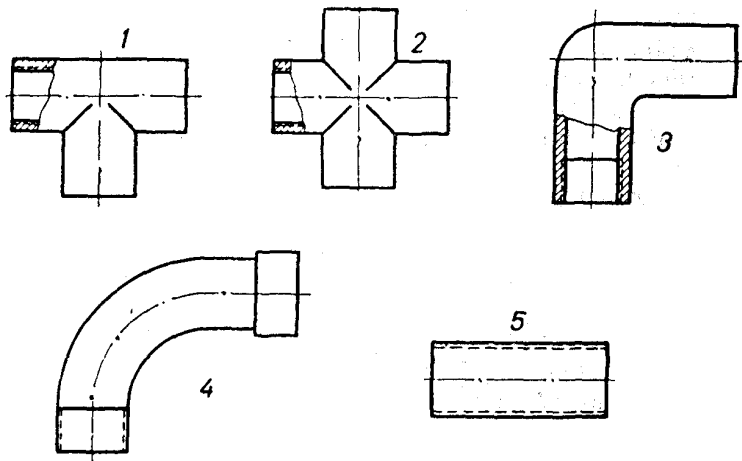


Рис. 4.30. Фігурні з'єднання:

1 — трійник прямий; 2 — хрестовина; 3 — кутник; 4 — відвід; 5 — ніпель.

Трубопроводи та арматура для зберігання газоподібного палива.

Стаціонарні ємкості для зберігання і видачі зріджених газів і їх парів завжди обладнуються наступними трубопровідними системами:

- 1) наливання і зливу рідини;
- 2) підбору і подачі пари;
- 2) запобіжних клапанів;
- 4) продувок;
- 5) вимірювальних пристроїв і автоматики.

Крім того, у парках ємкостей прокладають трубопроводи для подачі водяної пари і відводу парогазової суміші продувок ємкостей при ремонті.

Всі трубопроводи, які постійно або періодично знаходяться під тиском рідини або її пару, повинні бути розраховані на тиск 20 МПа. З'єднання елементів трубопроводів виконуються переважно зварюванням.

У системах подачі і зливу рідини при нормальних режимах роботи не допускається швидкість рідини більше 3...4 м/с. Звичайно у всіх напірних рідинних лініях після насосів приймається швидкість $V = 3$ м/с, а для всмоктувальних ліній швидкість варто зменшити до 1...2 м/с. Загальний гідравлічний опір усієї рідинної лінії, включаючи лінійні засувки і швидкісні

клапани, повинен бути таким, щоб забезпечити витрату через систему (при цілком відкритих засувках на кінці трубопроводу), у 2...2,5 рази перевищуючу його номінальне значення. При більшому гідравлічному опорі системи швидкісний клапан може не спрацювати.

У паркових ємкостях вихлопні труби від запобіжних клапанів збирають у загальну мережу і відводять за межі території парку. Ці загальні трубопровідні мережі повинні бути розраховані так, щоб пропустити вихлопний газ із всіх ємкостей при одночасному спрацьовуванні всіх запобіжних клапанів.

Парогазова суміш при продувках ємкостей направляється на спеціальну свічу, розташовану не менш чим на 1 м за обвалуванням ємкостей.

Трубопроводи для рідкої і парової фаз можуть бути прокладені на естакаді і під землею нижче глибини промерзання ґрунту, але не менш чим на 0,6 м від поверхні землі, щоб забезпечити захист трубопроводу від механічних ушкоджень при проїзді автомобілів. Уздовж траси підземного трубопроводу повинні бути прокладені пізнавальні знаки.

На трубопроводах встановлюють всі необхідні відповідно до технологічної схеми засувки, швидкісні і зворотні клапани. Арматура допускається тільки сталева. На окремих ділянках рідинних трубопроводів, що відтинаються в процесі нормальної експлуатації запірними засувками, передбачається установка запобіжних клапанів. Для можливості обслуговування запірних засувок їх необхідно встановлювати в легкодоступних місцях. Всю арматуру розраховують на робочий тиск 20 МПа. Запірна арматура повинна бути розрахована на роботу в температурних межах от +50 до - 40° С.

Для з'єднання стаціонарних ємкостей із транспортними ємкостями і балонами при їх заповненні використовуються гнучкі шланги (гумотканеві рукави), що складаються з внутрішнього шару спеціальної гуми та шарів прогумованої тканини і зовнішнього гумового шару.

Прогумована тканина, що вклеюється в гнучкі шланги, виготовляється із суворого лляного полотна, у якого опір розриву смужки 50 х 200 мм по основі та поверхні повинний бути не менш 80...100 кгс/мм², подовження при розриві по основі менш 14...15%, а по товщині 10...12%. Основні дані гнучких шлангів приведені в таблиці 4.14.

Таблиця 4.14. Основні дані шлангів

Внутрішній діаметр, мм	Число тканинних прошарків	Товщина стінки, мм
Від 4 до 10	2	4,0
Від 12 до 18	3	5,0
Від 20 до 22	3	5,5
Від 25 до 30	4	6,5
Від 32 до 40	5	7,5
Від 42 до 54	5	7,5

Шланги і муфти повинні витримувати тиск не менш 1,5 МПа, випробувальний гідравлічний тиск має бути не менш 2,5 МПа при відсутності течії, тріщин і місцевих здуттів. Тиск, при якому руйнуються шланги для зріджених газів, має бути не менш п'ятикратного робочого і для пропану не повинний перевищувати 8 МПа. Шланги повинні виготовлятися термостійкими в межах температур от -40 до +130°С. На кінці такого шланга повинен бути зворотний клапан. При відключенні шланга цей клапан автоматично закриває вихідний чи вхідний отвір, що зменшує втрати від витоків зрідженого газу.

Щоб запобігти корозії, трубопроводи повинні бути пофарбовані олійною фарбою або захищені спеціальною ізоляцією. При монтажі трубопроводів надають ухил, щоб при самопливі не було затримок нафтопродуктів і скупчування води і бруду. Для зменшення забруднення на початку трубопроводних ліній облаштовують грязьові коробки, всередині яких встановлюються змінні сітчасті фільтри.

При прийомі, перекачуванні і заправці нафтопродуктів широко використовуються гнучкі шланги, за допомогою яких з'єднують

трубопроводи або резервуари з пересувною тарою. За своїм призначенням шланги поділяються на три типи:

- всмоктуючі, обладнані всередині дротовою спіраллю для захисту їх від сплющування під дією зовнішнього тиску;
- нагнітальні, котрі працюють при великому внутрішньому тиску і мають дротову спіраль ззовні;
- шланги, призначені для роботи з невеликими тисками, виготовляються без внутрішніх і зовнішніх спіралей.

Для приєднання до кінців труб шланги обладнаються спеціальними сполучними пристроями та муфтами. Неправильне з'єднання приводить до значного спрацьовування шлангів, викликає підтікання і втрати нафтопродуктів.

Термін служби шлангів залежить від способу зберігання і догляду за ними. Шланги не рекомендується залишати зануреними в нафтопродукт, тому що вони набухають і руйнуються; не можна перегинати і здавлювати їх.

4.1.5 Відстій та фільтрація нафтопродуктів.

Особливості конструкції паливної апаратури дизелів ставлять високі вимоги до чистоти дизельного палива. Паливна апаратура складається з ряду точно виготовлених (прецизійних) деталей: плунжер – гільза, зворотній клапан – гніздо, штифтовий розпилювач сопла – форсунка. Зазор у цих з'єднаннях складає 0,0015...0,0030 м. Потрапляючи в зазори разом з паливом, механічні домішки викликають спрацьовування прецизійних пар паливної апаратури, внаслідок чого знижується потужність двигуна і збільшується питома витрата палива. Тому чистота палива має важливе значення.

Дизельне паливо в'язке. Його відстоюють у резервуарах у спокійному стані. Дрібні абразивні частки, що попадають у паливо, дуже довго містяться в завислому стані. Осідання завислих часток відбувається

дуже повільно, тому дизельне паливо повинне відстоюватися не менше 3...4 днів і відбирання його проводять із самого чистого верхнього шару. Для відстоювання необхідно мати два резервуари або цистерну, кожний місткістю не менше чотириденної потреби в дизельному паливі. Поки з однієї цистерни паливо витрачають, у другій воно відстоюється.

Резервуари треба обладнати паливними приймачами, що плавають та дають можливість забирати паливо на глибині 0,2 м від поверхні. Конструкція таких паливоприймачів нескладна. З листової білої жерсті виготовляється поплавець і кріпиться до рухомої труби. На кінці труби біля поплавця є вісім отворів для прийому палива. Другий кінець труби за допомогою кутника з'єднаний із втулкою, що вільно обертається у фланці. Фланець прикріплений до коліна, з'єданого з випускною трубою. На втулку накручується кутник і законтрюється гайкою. Для ущільнення шарнірного з'єднання поставлена пружина. Щоб паливо не збиралося з нижніх шарів, на трубі встановлений обмежник опускання поплавка.

Іншим видом очищення дизельного палива є його фільтрація при заправленні за допомогою спеціальних фільтрів. На рис. 4.31 зображений фільтр РО-3902, що складається зі зварного каркаса у виді колодок з рамкою, на якій встановлюється корпус фільтра і насос із приймальним шлангом.

Фільтрація палива відбувається під тиском, що створюється насосом. При цьому паливо спочатку проходить через грубі фільтруючі елементи (металеві щілини), а далі через паралельно працюючі барабани, наповнені бавовняними кінцями, які затримують найдрібніші частки з пального, що фільтрується.

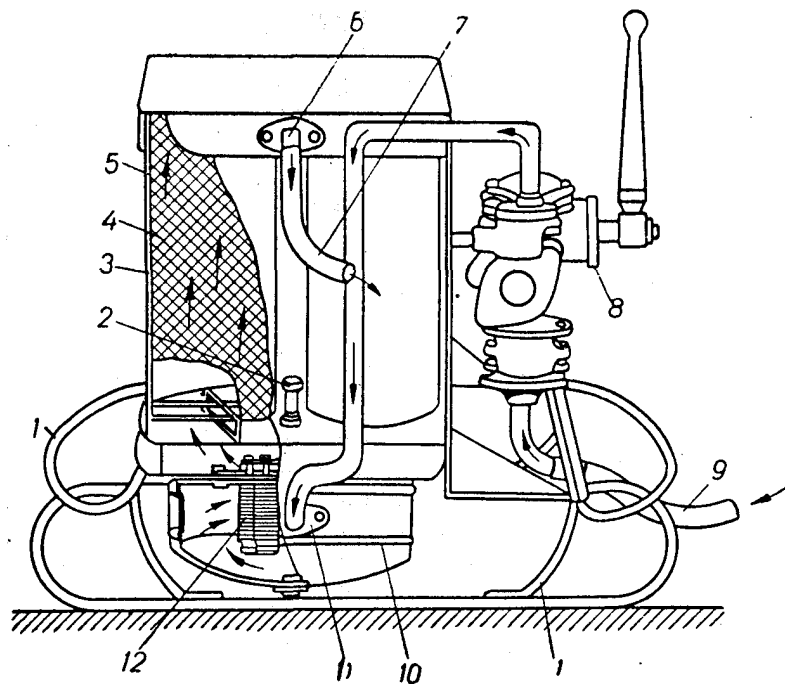


Рис. 4.31. Фільтр РО-3902 для очищення дизельного палива:

1 — полозки; 2 — пропускний клапан; 3 — корпус фільтра; 4 — набивка;
 5 — циліндри фільтрів тонкого очищення; 6 — вихідний патрубок;
 7 — шланг; 8 — ручний насос; 9 — забірний шланг; 10 — камера грубої
 фільтрації; 11 — приймальний патрубок; 12 — фільтр грубого очищення.

Продуктивність фільтра 0,6...0,9 м³/год. Фільтр має попереджувальний клапан, відрегульований на пропуск палива при тиску 0,25 МПа. Клапан захищає фільтр від ушкодження при надмірному засміченні фільтруючих елементів тонкого очищення або несправності роздавального пістолета. Фільтр розрахований на пропуск 20...40 т палива без заміни фільтруючої набивки з періодичним очищенням фільтрів грубого очищення. При зміні елементів тонкого очищення в кожен циліндр набивається 1,5...1,8 кг сухих бавовняних кінців.

Для фільтрації пального промисловість випускає різні марки фільтрів, технічна характеристика яких приведена в таблиці 4.15.

Тканинні фільтри типу ФГТ, ТФ-2м (рис. 4.32) являють собою вертикальну циліндричну ємкість, у нижнє днище якої приварюється центральна труба з вертикальними прорізами для відводу пального. На цій трубі кріпиться фільтруючий пакет спірального або корзинового типу. Пакет

спірального типу являє собою одношаровий тканинний чохол з бавовняної тканини, фільтродіагональ і дренажні сітки, розташовані всередині і зовні чохла. Чохол і сітки намотуються на центральну трубу і закріплюються стяжними ремнями.

Таблиця 4.15. Технічна характеристика фільтрів для очищення світлих нафтопродуктів

Показники	Типи фільтрів								
	спіральні			сітчасті			чечевично-дискові		
	ФГТ-5	ФГТ-30	ФГТ-60	ТФ-1	ТФ-2	ТФ-2М	ФГН-30	ФГН-60	ФГН-120
Пропускна здатність, м ³ /год	15	30	60	15	30	45	30	60	120
Робочий тиск у корпусі, МПа	0,4	0,4	0,8	0,2	0,4	0,4	0,8	0,8	1,5
Перепад тиску, МПа									
на початку роботи	0,05	0,05	0,05	0,02-0,04	0,02-0,04	0,02-0,04	0,05	0,05	0,05
в кінці роботи	0,15	0,15	0,15	0,10	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Фільтруючий матеріал	Фільтродіагональ			Фільтросванбой та шовк			Не тканий матеріал		
Тонкість фільтрації, мкм	30—40	30—40	30—40	15—20	15—20	15—20	10—20	10—20	10—20
Строк служби, м ³	100	200	300	250	350	450	500	750	1500
Маса, Н	150	400	710	330-370	850	900	400	750	1080

Пакет корзинового типу складається з двох фільтруючих кошиків (великого і малого), обтягнутих чохлом із трьох шарів тканини фільтросванбой і одного шару капрону, що закріплюються на центральній трубі. Тканинні чохла на кошиках у верхній частині закріплюються шнурами. Фільтруючі пакети для фільтрів типу ФГН складаються з дисків, що вставляються в двошаровий прямокутний чохол, який складається зигзагом. Диски на центральній трубі закріплюються затискною гайкою.

Нафтопродукти (див. рис. 4.32) надходять всередину фільтра через бічний вхідний патрубок, приварений до циліндричного корпусу фільтра, а потім, пройшовши зовнішні дренажні сітки, надходять з усіх боків до фільтруючого чохла, очищаються від механічних домішок, проходять по

внутрішніх дренажних сітках і далі через вертикальні прорізи центральної труби виходять з фільтра через вихідний патрубок.

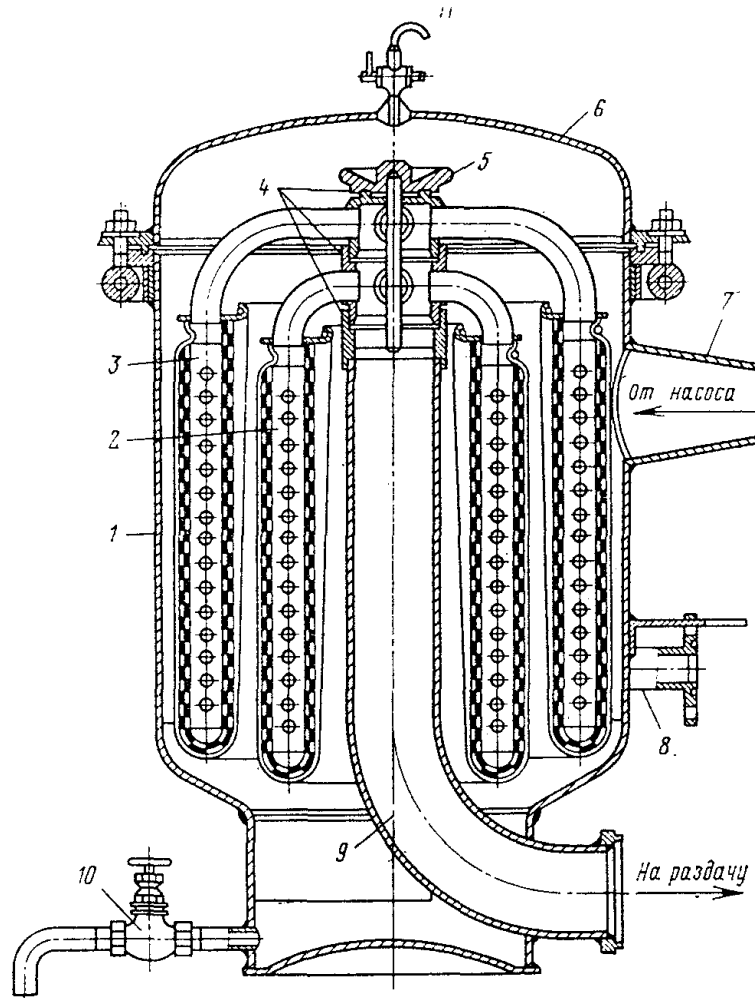


Рис. 4.32. Фільтр ТФ-2м:

- 1 — корпус; 2 — фільтруючий кошик великий; 3 — фільтруючий кошик малий; 4 — прокладки; 5 — стяжна гайка; 6 — кришка; 7 — вхідний патрубок;
8 — патрубок відсмоктування; 9 — центральна труба з вихідним патрубком;
10 — вентиль відстійника; 11 — краник для випуску газів.

В процесі експлуатації фільтрів необхідно стежити за ступенем засмічення (забивання) фільтруючого пакета і не допускати, щоб перепад тиску на ньому перевищував припустиме значення. При установці нового фільтруючого пакета варто переконатися в тому, що початковий перепад тиску знаходиться в межах, зазначених у паспорті або інструкції з експлуатації даного типу фільтра. Дуже мала величина початкового перепаду тиску вказує на розрив фільтруючого елемента, якого треба замінити. При

роботі фільтра треба періодично випускати повітря (гази) з корпусу через краник 11 (див. рис. 4.32) у верхній кришці фільтра і закривати його тоді, коли замість газів почне надходити нафтопродукт, а через вентиль 10 періодично зливати з корпусу забруднення, що накопичуються в процесі очищення.

4.2. Транспортування паливо-мастильних матеріалів

4.2.1 Водні перевезення ПММ.

Для транспортування ПММ використовують всі види транспорту. Для масових перевезень на великі відстані ПММ транспортують річковим чи морським шляхом або залізницею. За своїми економічними показниками ці види транспортування успішно конкурують з трубопровідним.

Розрізняють наступні типи наливних судів: танкери морські і річкові; баржі морські (ліхтери) і річкові. Кожне нафтоналивне судно характеризується наступними основними показниками:

- 1) водотоннажність – вага води, витиснутої вантаженням судном; водотоннажність судна при повному осіданні дорівнює власній вазі судна і повного вантажу в ньому;
- 2) дедвейт – повна вага вантажу, що піднімається (що транспортується і для власних потреб);
- 3) вантажопідйомність – вага транспортного вантажу;
- 4) осадка при повному завантаженні;
- 5) швидкість ходу при повному завантаженні.

З усіх видів суден найбільше поширення одержав танкер – самохідне судно, корпус якого розділений системою повздовжніх і поперечних перегородок на відсіки. За своїми технічними показниками і умовами плавання розрізняють морські, річкові та озерні танкери. Найбільшу питому вагу мають морські танкери, що одержали особливо широке поширення для перевезення нафти. В даний час у світовому суднобудуванні намітилася тенденція до різкого збільшення вантажопідйомності. Уже зараз

плавають супертанкери дедвейтом від 200 000 до 500 000 т. Річкові танкери на відміну від морських мають порівняно мале осідання, а отже, і обмежену вантажопідйомність.

Нафтоналивні баржі застосовуються при річкових перевезеннях. Впровадження методу штовхання каравану барж замість буксирування сприяло підвищенню економічності річкових перевезень. При цьому способі баржі, що штовхаються, з'єднуються жорстко, що забезпечує краще використання побіжного потоку і краще маневрування. Цей прогресивний спосіб проводки несамохідних барж дозволив різко збільшити швидкість каравану і скоротити витрату палива. Для виробництва нафтовантажних операцій при водних перевезеннях служать нафтові гавані і причальні спорудження.

4.2.2 Залізничні перевезення ПММ.

По залізниці нафтопродукти перевозять у цистернах, що мають різне призначення. Для перевезення світлих нафтопродуктів (бензин, гас, дизпаливо) служать в основному чотиривісні цистерни об'ємом 60 м³ з універсальними зливальними приладами: цистерни спеціального призначення; цистерни з зовнішнім паровим обігрівом; цистерни-термоси.

Цистерни спеціального призначення в основному призначені для перевезення високов'язких і парафіністих нафт і нафтопродуктів.

Цистерни з зовнішнім паровим обігрівом відрізняються від звичайних тим, що нижня половина відсіку цієї цистерни обладнана паровою сорочкою площею нагрівання 40 м². Пара для розігріву нафтопродуктів перед зливом подається через штуцер парової сорочки універсального зливального приладу. Впровадження таких цистерн значно полегшує злив високов'язких нафтопродуктів, скорочує час простою, а також витрати енергії і робочої сили. Один з істотних недоліків цих цистерн – деяке збільшення ваги тари.

Цистерни-термоси призначені для гарячих перевезень високов'язких нафтопродуктів. Всередині цистерни розташований стаціонарний трубчатий підігрівник, поверхнею нагрівання 34 м².

Для розвантаження і навантаження залізничних цистерн служать зливо-наливні естакади, що розташовуються на прямій ділянці залізничного тупика.

4.2.3 Автомобільні перевезення ПММ.

Автомобільні перевезення нафтопродуктів одержали на Україні найбільше поширення. Автомобільний транспорт застосовується для перевезення нафтопродуктів на обмежену відстань.

Доставку нафтопродуктів і зріджених газів на короткі відстані (до 100 км) здійснюють централізовано автотранспортними підприємствами спеціалізованим автомобільним транспортом (автомобільними цистернами, напівпричепами і причепами-цистернами, контейнерами-цистернами, бортовими автомобілями та автопричепами з пересувними металевими гумо-тканевими резервуарами, контейнерами, бочками і бідонами).

Основна особливість сучасних конструкцій автомобільних цистерн - застосування несучих резервуарів (безрамні резервуари). Резервуари стосовно базового шасі можуть розташовуватися горизонтально і похило. Горизонтальне розташування резервуара застосовують переважно в конструкціях автомобільних цистерн, призначених для транспортування пального, масла і спеціальних рідин. Похиле і горизонтальне розташування резервуарів використовують для перевезення зріджених газів. У поперечному перерізі горизонтальні і похилі резервуари мають круглу, прямокутну та еліптичну форми. Останні дві форми використовують з метою зниження точки центра ваги автомобільної цистерни і додання їй більшої стійкості при русі. Форма перетину резервуара, як правило, визначається вимогами експлуатації, механічною міцністю і стійкістю автомобільних цистерн при русі.

Для базового шасі використовують автомобілі і автомобільні причепа необхідної вантажопідйомності, прохідності і маневреності. Вантажопідйомність вибирають відповідно до вимог одноразової доставки нафтопродуктів або зрідженого газу в прийнятій схемі підвозу. Прохідність і маневреність визначається призначенням цистерни і районом її використання. Для районів з помірними дорожньо-кліматичними умовами використовують шасі автомобілів з колісною формулою 6×4 і 6×2 , а для районів зі складними умовами - шасі багатоцільових автомобілів типу 6×6 і 4×4 , а також шасі гусеничних тягачів.

В автогосподарствах широко використовують автопоїзди-цистерни середньої і великої місткості, до складу яких входять автомобільна цистерна з причепом-цистерною. Застосування таких автопоїздів дозволяє зменшити їх власну масу і значно збільшити вантажопідйомність.

У шифрі для кращого визначення призначення вантажопідйомності автомобільної цистерни після букв АЦ додають букви, що позначають нафтопродукт, що транспортується, і цифри, що вказують експлуатаційну місткість і шасі автомобіля або тягача. Наприклад, АЦЖГ-6-130 - автомобільна цистерна для рідкого газу з геометричною місткістю 6 м^3 на шасі автомобіля ЗИЛ-130.

У якості базового шасі автомобільних цистерн і тягачами напівпричепів-цистерн є автомобілі марок: ГАЗ-53А, ЗИЛ-130, ЗИЛ-130В, ЗИЛ-131, Урал-375, Урал-377, Урал-4320, КрАЗ-255, КрАЗ-260, КрАЗ-258, КрАЗ-259, МАЗ-500А, МАЗ-504, КамАЗ-5320, КамАЗ-4310, КамАЗ-5410 і КамАЗ-54102.

Автомобільні цистерни класифікують за наступними ознаками:

- за призначенням — для транспортування світлих рідких нафтопродуктів (бензинів, дизельного палива, гасу), темних нафтопродуктів (масел, мазуту, бітуму), зріджених вуглеводнів нафтових газів (ЗВНГ) і зріджених природних газів (ЗПГ);

- за розміщенням технологічного устаткування — на базовому шасі автомобілів звичайної і високої прохідності, причепах і напівпричепах з різними сидельними тягачами;

- за місткістю резервуара — на малу (до 5000 л), середню (від 5000 до 15 000 л) і велику (більш 15 000 л) місткість.

Внутрішні поверхні резервуарів і технологічного устаткування повинні забезпечувати збереженість кондиційних і експлуатаційних якостей і чистоту перевезених нафтопродуктів і зріджених газів.

Автомобільні цистерни. Автомобільна цистерна (рис. 4.33) для рідких нафтопродуктів складається з базового шасі, резервуара з устаткуванням та гідравлічної системи.

Резервуар, зварений із звичайної сталі або з кольорових металів, має еліптичну форму. Днища резервуара бувають плоскі, конічні і сферичні. Обичайку резервуара розраховують на механічну міцність. Зверху в середній частині обичайки приварена циліндрична горловина, що служить для монтажу і ремонту устаткування, розташованого усередині резервуара, і є додатковою ємкістю для пального при його розширенні внаслідок нагрівання. Горловина закривається кришкою, на якій розміщаються наливний люк із противибуховим кошиком-фільтром і кришкою та оглядовий люк. Для герметичності застосовують прокладки з маслобензостійкої гуми і болти.

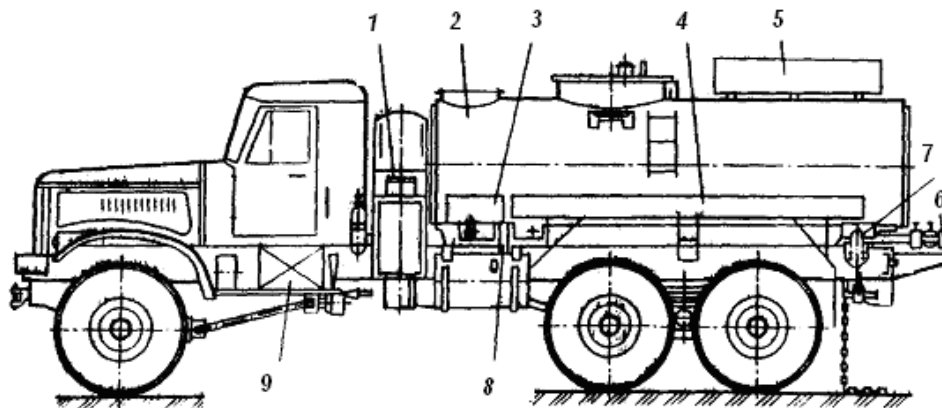


Рис. 4.33. Загальний вид автомобільної цистерни

Технологічне устаткування автомобільної цистерни дозволяє робити наступні види робіт (рис. 4.34):

- заповнення паливним резервуаром за допомогою стороннього насоса;
- заповнення паливним резервуаром за допомогою свого насоса;
- злив пального з резервуару стороннім і своїм насосами;
- злив пального з резервуару самовиливом;
- перекачування пального з одного резервуару в інший, минаючи власний, тобто злив з автомобільних причепів-цистерн;
- заправка машин фільтрованим паливом з виміром кількості виданого пального;
- перемішування пального в резервуарі.

Усі ці види робіт здійснюються за допомогою різних типів динамічних і об'ємних насосів. До динамічних насосів відносяться відцентрові, осьові, вихрові і відцентрово-вихрові насоси, а до об'ємних — поршневі і ротаційні.

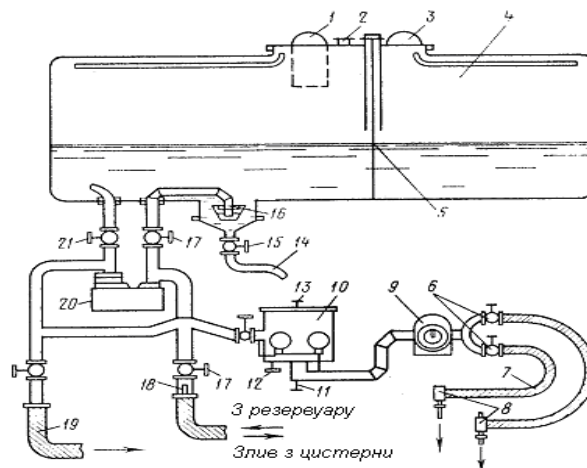


Рис. 4.34. Принципова технологічна схема сучасної автоцистерни:

1 — наливний люк; 2 — дихальний клапан; 3 — оглядовий люк; 4 — цистерна; 5 — рейковий показчик рівня; 6 — вентиль на роздачу; 7 — роздача через фільтр і лічильник; 8 — роздавальні крани; 9 — лічильник; 10 — фільтр; 11, 12, 14 і 15 — фланці для зливу відповідно пального, осаду, відстою і рідини; 13 — фланець спуску повітря; 16, 18 — фільтр грубий; 17 — вентиль випуску нафтопродукту з цистерни; 19 — рукав для роздачі нафтопродукту, минаючи фільтр, і для перекачування його в резервуар; 20 — насос; 21 — вентиль впуску нафтопродукту в цистерну

Дія динамічних насосів базується на принципі силової взаємодії лопатів робочого колеса з потоком, що обтікає. Динамічні насоси розрізняються за напрямком потоків: у відцентрових насосах потік рідини в області робочого колеса має радіальний напрямок, у результаті чого створюються умови для використання відцентрової сили і рідини повідомляється кінетична енергія, що у дифузорі перетвориться в енергію тиску; в осьових насосах потік рідини паралельний осі обертання робочого колеса; у вихрових насосах рідина надходить на робоче колесо тільки на ділянці усмоктувального вікна (порціально) і при обертанні колеса (у результаті дії відцентрової сили і проточної частини насоса) утворюються радіальні вихри, що сприяють підвищенню напору уздовж робочої довжини бічного каналу; у відцентрово-вихрових насосах сполучається дія відцентрового і вихрового робочих коліс.

В об'ємних насосах рух рідини здійснюється: у поршневих за допомогою поршня, що має зворотно-поступальний рух у циліндрі, а в роторних насосах — видавлюванням рідини обертовими зубами шестерень (шестеренні насоси), гвинтів (гвинтові насоси), кулачків (поршневі) або ковзних пластин, що викидаються (шиберні насоси).

Гідравлічна система АЦ-9,5-255Б представлена на рис. 4.35. Вона здійснює керування потоком нафтопродукту при виконанні робочих операцій і складається з насосної установки, всмоктуючого і напірного трубопроводів, відсічного і запобіжного клапанів, зливального трубопроводу і труби зливу відстою. В якості запірних пристроїв на трубопроводах застосовані поворотні дискові затвори. Для запобігання потрапляння в насос і цистерну забруднень на всмоктувальній лінії встановлений фільтр із розміром сторони осередку сітки у світлі 0,7 мм. Для роботи в складі автопоїзда з причепом-цистерною є штуцер постійного приєднання. З метою запобігання натягів і перекосів у трубопроводах і полегшення зборки в складі гідросистеми передбачені компенсатори. Технологічне устаткування АЦ-9,5-255Б дозволяє виконувати

всі операції по зливу, наливу і перекачуванню нафтопродуктів аналогічно обладнанню АЦ-8,5-255Б.

Автомобіль-цистерна АЦ-8-5334 (рис. 4.36) призначена для транспортування світлих нафтопродуктів щільністю не більш 360 кг/м^3 по дорогах із твердим покриттям в умовах помірного клімату. АЦ-8-5334 можна застосовувати як міру повної місткості цистерни, встановленої при її калібруванні. Спеціальне устаткування, змонтоване на шасі автомобіля МАЗ-5334, складніше, ніж у раніше описаних автомобілів-цистерн, і додатково включає: пневматичну систему керування арматурою і насосом СЦЛ-20-24а; систему електроустаткування, що забезпечує габаритне освітлення, контроль частоти обертання вала насоса і сигналізацію граничного рівня наливу цистерни нафтопродуктом; пульт, на якому встановлені прилади керування, сигналізації і контролю.

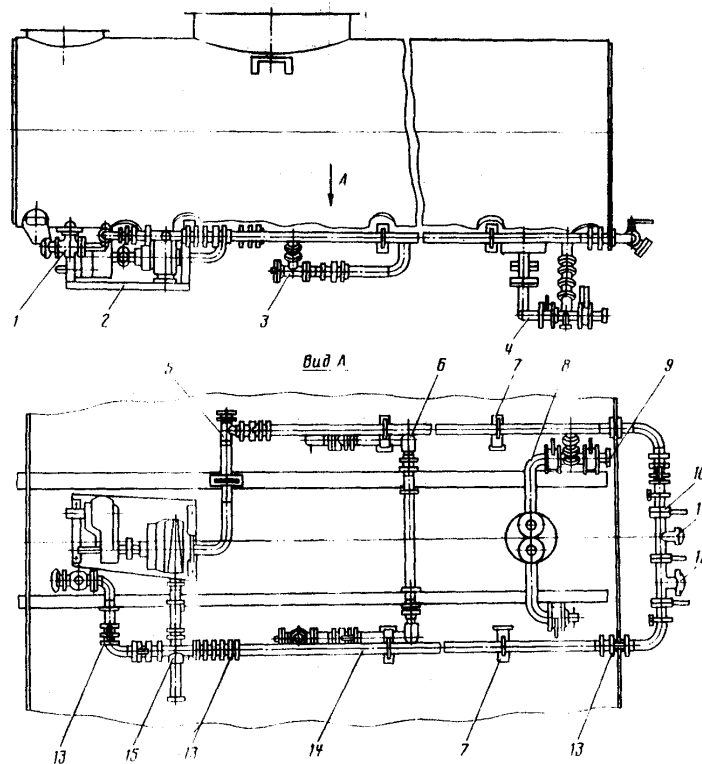


Рис. 4.35. Гідравлічна система автомобіля-цистерни АЦ-9,5-255Б:

- 1 – відсічний клапан; 2 – насосна установка; 3 – запобіжний клапан; 4 – труба зливу відстою; 5 – фільтр; 6 – всмоктувальна лінія; 7 – хомут; 8 – труба зливу; 9 – приймальний патрубок; 10 – поворотний затвор; 11 – штуцер постійного приєднання; 12 – патрубок видачі; 13 – компенсатор; 14 – напірна лінія; 15 – вентиль.

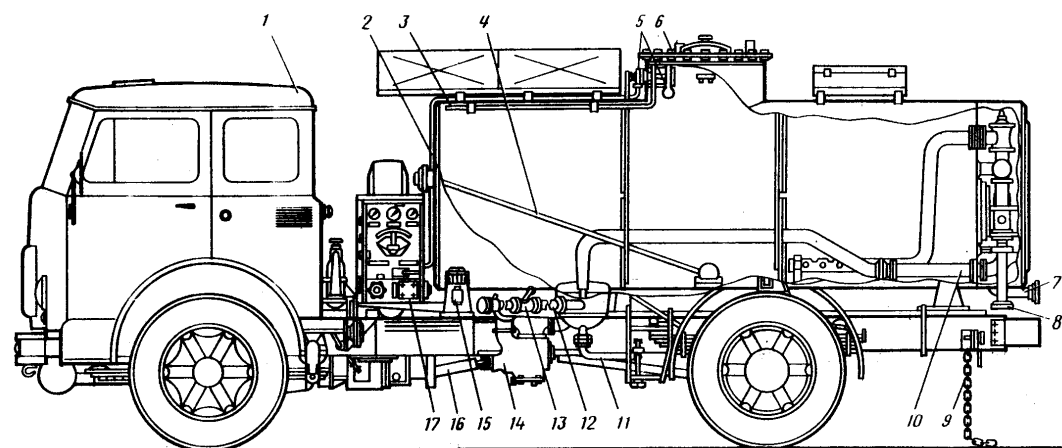


Рис. 4.36. Автомобіль-цистерна АЦ-8-5334:

1 – підготовлене шасі; 2 – цистерна в зборі; 3 – трубка; 4 – поплавковий показник рівня; 5 – золотниковий кран з обмежувачем наповнення; 6 – кришка горловини цистерни; 7 – патрубок для постійного приєднання рукава причепа-цистерни; 8 – приймальний патрубок; 9 – ланцюг заземлення; 10 – шланг для видачі нафтопродуктів; 11 – труба для зливання відстою; 12 – трубопровід в зборі; 13 – засувка 65-4; 14 – насос СЦЛ-20-24а; 15 – пристрій заземлення; 16 – карданний вал; 17 – пульт керування.

Пульт керування і запасне колесо розташовані на рамі шасі автомобіля за кабіною водія. Позаду цистерни встановлена арматурна шафа, у якій розміщені трубопроводи гідравлічної системи, а також пневмоприводи, арматура і трубки для підведення повітря. Для контролю ступеня наповнення цистерни передбачений поплавковий показник. Між трубопроводами 9 і 13 встановлений вологовідокремлювач. Для керування пневмоклапаном від пульта відведені повітрепроводи 4, 5, 6 і 7, приєднані до колектора 19, і повітрепровід 8, безпосередньо з'єднаний із клапаном Ду-30. Від колектора відведені вповітрепроводи 15, 16, 17 і 18 до пневмоклапанів, розташованих в арматурній шафі.

Для включення і вимикання коробки відбору потужності від пульта керування відведені повітрепроводи 3 і 10. Повітрепровід 3 приєднаний до пневмокамери муфти зчеплення. Повітрепроводи 1 і 2 призначені для подачі стиснутого повітря до золотникового крану обмежувача наповнення. Повітрепроводи 11 і 12 служать для контролю тиску на вході і виході насоса.

Наливний люк у кришці горловини цистерни і пневмогідравлічна система забезпечують виконання на автомобілі-цистерні наступних операцій: наповнення цистерни через наливний люк (відкритий спосіб наливу); наповнення цистерни через штуцер зливного трубопроводу (закритий спосіб наливу); наповнення цистерни за допомогою насоса автоцистерни; перекачування нафтопродукту з одного резервуара в інший, міняючи цистерну; видачу своїм насосом і сторонніми засобами перекачування; зливання нафтопродукту самопливом; перемішування нафтопродукту в цистерні своїм насосом; відсмоктування нафтопродукту з напірного рукава; зливання нафтопродукту з причепа-цистерни насосом автомобіля-цистерни.

Напівпричепа і причепа цистерни. У конструктивному відношенні напівпричепа і причепа цистерни (ПЦ) відрізняються від автомобільних цистерн як базовим шасі, так і технологічним устаткуванням.

У технологічне устаткування входять: зливно-наливні трубопроводи, рукави, показчики рівня рідини в резервуарі, ручний насос. Напівпричепа-цистерни середньої і особливо великої місткості в технологічному устаткуванні мають: насос із приводом від автономного двигуна, фільтр тонкого очищення, лічильники, роздавальні рукави, роздавальні крани і можуть бути використані не тільки для транспортування нафтопродуктів, але і як засіб заправлення машин.

Обсяги перевезень рідкого палива, стиснутих і зріджених газів з кожним днем ростуть. З метою зниження вартості цих перевезень доцільно підвищувати вантажопідйомність рухомого автомобільного транспорту. Це досягається за рахунок широкого використання автопоїздів у складі сідельних автомобілів-тягачів Урал-375С, МАЗ-504, ЯАЗ-210Д (ЯАЗ-200В), напівпричепів-цистерн і причепів-цистерн великої вантажопідйомності.

Устаткування напівпричепів-цистерн монтується на рамі напівпричепів ММЗ-584 і МАЗ-5204 і тривісного тягача КрАЗ-258 з напівпричепом ЧМЗАП-5524. Крім рами, складовими частинами напівпричепа-цистерни є двохосьовий балансирний задній візок на

напівеліптичних ресорах, опорний пристрій і гальмова система. Напівпричіп поставляється в комплекті з підкатним візком. При його установці напівпричіп використовується як причіп і може буксируватися будь-яким автомобілем або трактором з відповідними тягово-динамічними характеристиками. Напівпричіп-цистерна без підкатного візка з відчіпним тягачем утримується в горизонтальному положенні за допомогою двох опорних пристроїв.

Гальмова система напівпричепа-цистерни і причепа-цистерни забезпечує швидку зупинку чи уповільнений рух і утримання їх на місці при зупинці або стоянці. Привід гальм здійснюється від пневматичної системи тягача або вручну.

Пневматичний привід забезпечує гальмування напівпричепа при буксируванні, а також в аварійному випадку (у момент відриву причепа від тягача). Ручним приводом здійснюється гальмування напівпричепа тільки на стоянці. Технічні характеристики серійних автомобільних цистерн, напівпричепів і причепів-цистерн приведені в таблицях 4.16 і 4.17.

Таблиця 4.16. Технічна характеристика автомобільних цистерн і причепів-цистерн для транспортування нафтопродуктів з використанням різних базових шасі

Показники	Типи цистерн						
	автомобільні					причепи	
	АЦ-4.2—53А	ТСВ-6-130	АЦ-8-500А	АЦ-6,5-4320	АЦ-10-260	ПЦ-4,2-754В	ПЦ-6.7—5207В
Базове шасі	ГАЗ-53А	ЗИЛ-130	МАЗ-500А	Урал-4320	КрАЗ-260	ИАПЗ-754В	МАЗ-5207В
Експлуатаційна місткість, л	4200	6000	8000	6500	10000	4200	6700
Повна маса, Н	73800	108000	154400	—	—	58840	94800
Маса причепа, що буксирується, Н	40000	80000	120000	—	—	—	—
Місткість причепа, що буксирується, л	—	4200	9200	4000	9000	—	—
Подача насоса, л/хв	400	500	750	—	—	40	Немає
Максимальна швидкість руху, км/год	70	70	70	70	—	65	50

Таблиця 4.17. Технічна характеристика вітчизняних та закордонних напівпричепів-цистерн для нафтопродуктів

Показники	Росія		Японія		Німеч- чина	Франці я	Словенія	
	ППЦ- 18,2-5410	ППЦ-26- 259	Токуо Саг TP	HP-200- 5700	Blumhara lt36,2/31,5	Coder — A-3	LTF — 18	LTF — 18
Базове шасі	КамАЗ- 5410	КрАЗ- 259						
Місткість, л	18200	26000	—	21000	31500	13000	13500	15000
Вантажопідйомність, Н	146000	192000	120000	—	—	104000	108000	122400
Власна маса, Н	46600	58000	47200	81200	78000	71000	29150	46000
Габаритні розміри, мм:								
довжина	7380	10540	7420	8825	10400	10080	7582	7756
ширина	3025	2500	2480	2400	2918	2495	2495	2900
висота	2600	2910	2900	3600	3195	2800	2680	2656
Форма резервуара	Прямокутна		Еліпс	Прямокутна		Еліпс		
Число осей	1/4	2/8	1/4	2/4	2/8	1/4	1/4	1/4
Число коліс								
Матеріалоемкість на одиницю вантажопідйомності, Н/Н	0,319	0,382	0,392	—	—	0,682	0,270	0,381
Матеріалоемкість на одиницю місткості, Н/л	2,58	2,93	-	3,71	2,48	5,46	2,16	3,16

Контейнери-цистерни.

Перевезення рідких і газоподібних нафтопродуктів у контейнерах-цистернах мають деякі переваги в порівнянні з іншими способами їх транспортування, головними з яких є: скорочення часу на перевезення непродуктивні простої; транспортних витрат, витрат на вантажно-розвантажувальні роботи, на тару і технологічне устаткування; впровадження комплексної механізації вантажно-розвантажувальних робіт; збереження вантажів на відкритих площадках (позаскладських приміщеннях); збереження навколишнього середовища за рахунок герметичного збереження отрутих, токсичних рідин і газів.

У контейнерах-цистернах резервуари для рідких і газоподібних нафтопродуктів (рис. 4.37) поміщають у каркасні пристрої, що мають

вантажно-розвантажувальні кріпильні пристосування для їх транспортування в кузовах бортових машин, на платформах автомобільних напівпричепів і причепів, а також на вантажних платформах залізничного, повітряного і водяного транспорту. Резервуари бувають циліндричної, еліптичної і прямокутної форми.

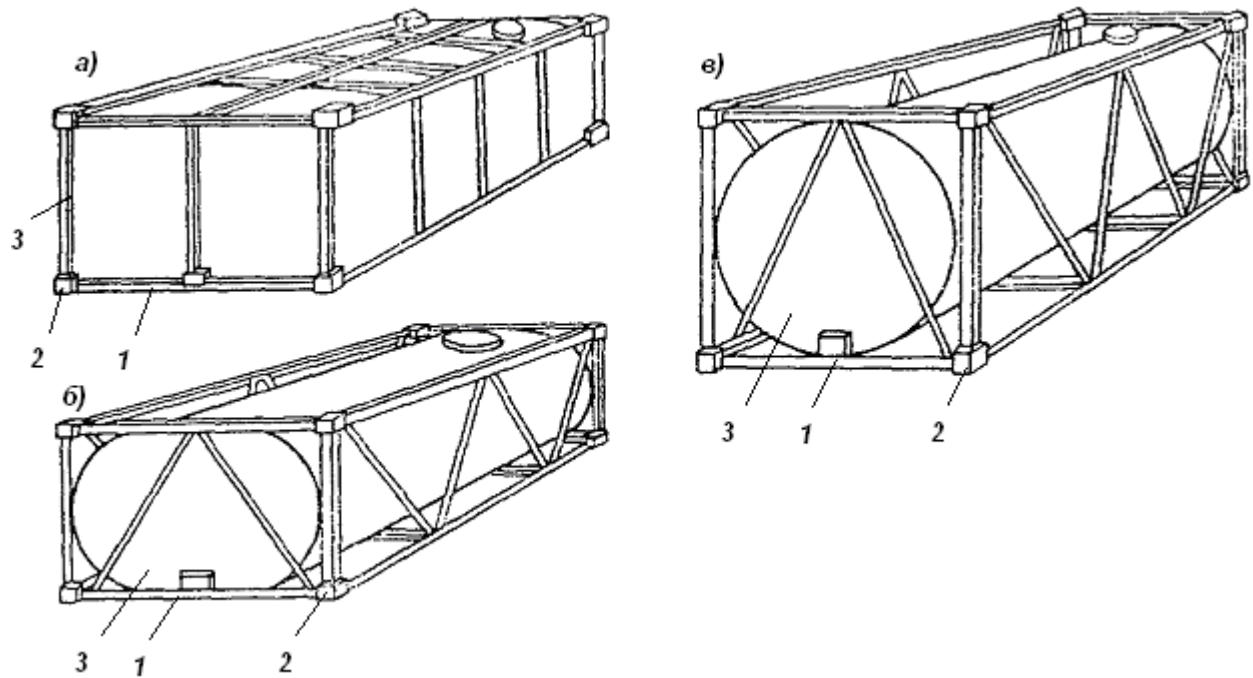


Рис. 4.37. Контейнери-цистерни для рідких і газоподібних нафтопродуктів:

- а — прямокутної форми; б — еліптичної форми; в — циліндричної форми;
 1 — каркас; 2 — вантажно-розвантажувальні і кріпильні пристрої;
 3 — резервуар; 4 — горловина.

Автомобільні цистерни для зріджених газів.

Для транспортування зріджених вуглеводневих газів у вітчизняній і закордонній практиці використовують автомобільні цистерни, напівпричецистерни, причецистерни, пересувні резервуари і балони різної місткості, устаткування яких розміщується на шасі різних автомобілів, напівпричепів і причепів (рис. 4.38).

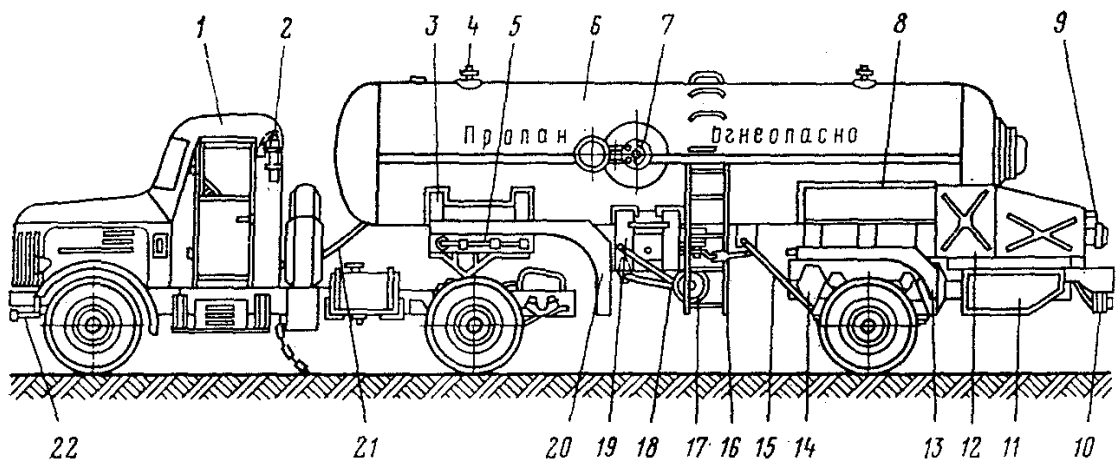


Рис. 4.38. Загальний вид причепа-цистерни АЦЖГ-12-200В для транспортування зріджених газів:

1 — автотягач МАЗ-200В; 2 — вогнегасник; 3 — опора передня; 4 — клапан запобіжний; 5 — опорні штанги; 6 — цистерна; 7 — місце для установки приладів; 8 — опора задня; 9 — комунікації й арматура; 10 — електроустаткування автомобільної цистерни; 11 — насос з вбудованим електродвигуном; 12 — кабіна керування; 13 — крило заднє; 14 — візок; 15 — стояночне гальмо; 16 — сходи; 17 — опорні ковзанки; 18 — заземлення цистерни; 19 — опора середня; 20 — крило переднє; 21 — пневмообладнання автомобільної цистерни; 22 — вогнегасник

Принципова схема розташування комунікацій і приладів напівпричепа АЦЖГ-12-200В для зріджених газів показана на рис. 4.39.

Трубопровід 5 для наповнення резервуара рідкою фазою розміщується під ним і закінчується кутовим вентилям 18. На цьому трубопроводі знаходяться обмежувач наливу 6, що охороняє цистерну від переливу, запірний ventиль 1 і зворотний поворотний клапан 2, що автоматично відключає цистерну від лінії у випадку обриву шланга, розриву труби і т.д. Для зливу рідкої фази в нижній частині резервуара розміщується зливний трубопровід 4 із запірним вентилям 14 і кутовим цанговим вентилям 20. Трубопровід парової фази 17 має на кінці запірний ventиль 3 і кутовий цанговий ventиль 15.

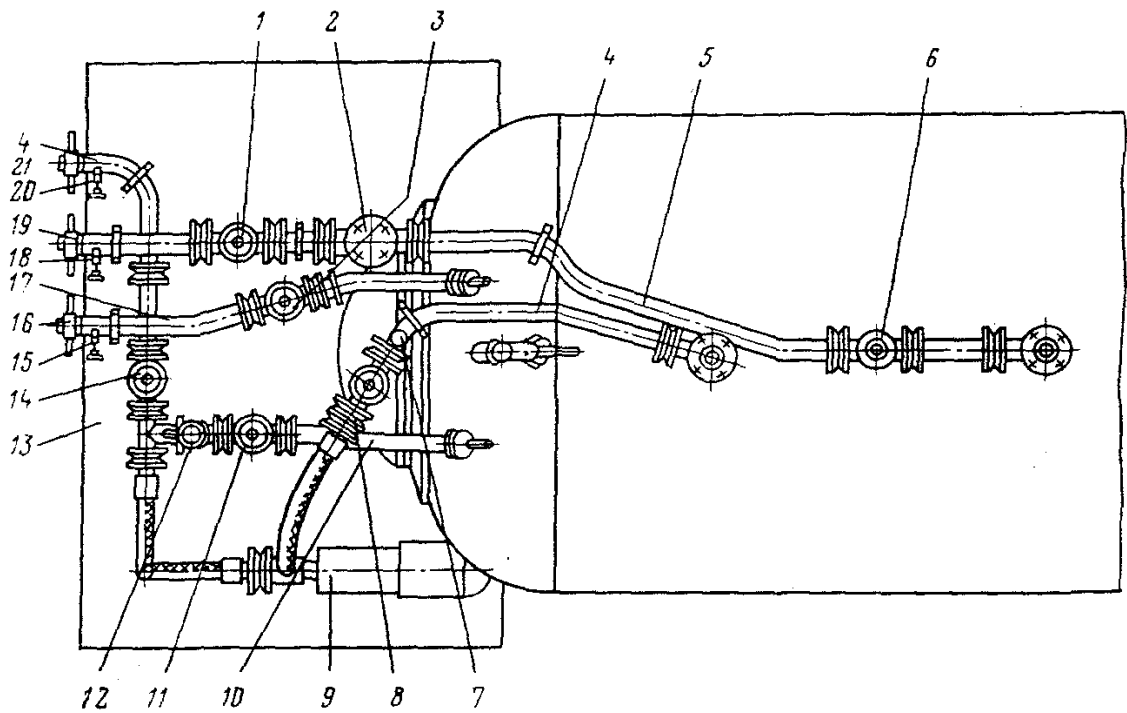


Рис. 4.39. Принципова технологічна схема напівпричепа-цистерни АЦЖГ-12-200В

Приєднувальні патрубки 21, 19, 16 для зручності обслуговування виведені назовні за межі задньої стінки кабіни керування 13. Байпасна лінія 10 з клапаном 11 забезпечує злив зрідженого газу самопливом. Запуск вихрового самоусмоктувального електронасоса здійснюється при закритих клапанах 14 і 11 на напірній (зливальній) і байпасній лініях. Як тільки манометр 12 покаже тиск, відкривається клапан 11 і перевіряється робота насоса, плавність подачі, стабільність напору, відсутність шуму і вібрації. Потім відкриттям клапана 14 і плавним прикриттям клапана 11 виводять насос на режим перекачування. Клапаном 11 регулюють подачу насоса. На всмоктувальній лінії встановлений фільтр 8. При утворенні парової пробки в усмоктувальній лінії її стравлюють, відкриваючи клапан 7. Для більшої безпеки при зливі і наливі газу на напірній лінії насоса встановлений пружинний швидкодіючий клапан, що автоматично відключає подачу газу

при обриві шланга. Технічна характеристика автомобільних цистерн для транспортування зріджених газів дана в таблиці 4.18.

Таблиця 4.18. Технічна характеристика автомобільних цистерн для транспортування зріджених газів

Показники	Типи				
	АЦЖГ-6-130	АЦЖГ-10-130В	АЦЖГ-12-200В	АЦЖГ-15-504	АЦЖГ-15-377С
Базове шасі	ЗИЛ-130	ЗИЛ-130В	МАЗ-200В	МАЗ-504	УРАЛ-3370
Геометрична місткість, м ³	6,0	11,75	14,62	18,00	17,6
Експлуатаційна (при коефіцієнті заповнення 0,85)	5,0	10,0	12,4	15,0	15,0
Маса газу ($\rho = 0,59$ кг/л), т	3,0	5,0	7,35	8,85	8,85
Маса автоцистерни з газом, т	9,44	14,5	23,0	25,2	24,4
Конструкція резервуара	Рамна		Безрамна		
Робочий тиск, МПа	1,6	1,8	1,8	1,8	1,8
Коефіцієнт тари, Н/Н	0,465	0,526	0,469	0,54	0,544

Примітка. Робоча температура — від - 40 до + 50 °С.

4.3. Заправлення автомобілів і тракторів паливо-мастильними матеріалами

Технічна готовність, надійність і експлуатація автомототранспортних засобів багато в чому залежать від своєчасного і якісного заправлення їх паливних баків і систем відповідними сортами пального, масла і спеціальних рідин. Тому заправлення автомобільного транспорту під час роботи є однією з найважливіших ланок у системі матеріально-технічного забезпечення потреб різних галузей народного господарства та автотранспортних підприємств.

Заправлення техніки здійснюють на заправних станціях, розташованих на автомагістралях, у містах і населених пунктах, в

автогосподарствах і польових умовах. На процес заправлення впливають умови вмісту та експлуатації техніки, а також сезонність її використання.

Заправлення техніки при безгаражному її збереженні та особливо в польових умовах має ряд специфічних особливостей, які висувають необхідність скорочення тривалості і зменшення трудомісткості заправлення, виключення втрат палива і мастильних матеріалів.

Техніку заправляють також у стаціонарних і польових умовах з використанням технологічного устаткування АЗС, пересувних автозаправних станцій (ПАЗС), паливозаправників масло-водозаправщиків і заправних агрегатів.

4.3.1 Стаціонарні засоби заправлення

Для заправлення техніки в стаціонарних умовах через мережу державних і відомчих заправних станцій використовують різні типи паливних, масло- і сумішеровоздаточних колонок. Для заправлення техніки спеціальними рідинами застосовують ручні крильчасті і поршневі насоси.

Паливороздаточні колонки з лічильниками рідини для виміру кількості палива в'язкістю $(0,55 \dots 40) \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{см}$ при його видачі відповідно до ДЕРЖСТАНДАРТУ 9018-76 бувають наступних типів:

КР — колонка переносна з ручним приводом;

КЕР — колонка стаціонарний з електроприводом і ручним керуванням, вона може виготовлятися і переносною;

КЕМ — колонка стаціонарна з електроприводом і керуванням від місцевого пристрою;

КЕД — колонка стаціонарна з електроприводом і керуванням від дистанційного пристрою;

КЕК — колонка стаціонарна з електроприводом і комбінованим керуванням (з керуванням від задаючого пристрою та місцевим ручним приводом);

КА — колонка стаціонарна з електроприводом, автоматизована, призначена для роботи з автоматичними задаючими пристроями (монетними, ключовими, перфокартами і т.п.).

Основні технічні показники деяких колонок приведені в таблиці 4.19.

Принцип роботи паливороздаточної колонки КЕР-40-0,5-1 можна простежити за технологічною схемою приведеною на рис. 4.40.

Таблиця 4.19. Технічна характеристика деяких пересувних і стаціонарних паливороздаточних колонок

Показники	Типи колонок					
	пересувні		стаціонарні			
	КГП-36	КР-40-1	КГС-150	КЭР-40-0,5-1 (ТК-40)	Нара-2 1КЭД-40-0,5-2	Нара-31 1КЭД-40-0,5-1
Номінальна витрата, л/хв	35	40	150	40	40...50	40...50
Мінімальна доза видачі, л	5	5	50	5	5	5
Кратність видачі доз, л	-	-	-	5	1	1
Тиск на вході в насос, МПа	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06
Насос	Ручний поршневий		ЦВС-53		Роторно-шиберний	
Лічильник рідини	ШЖУ-25-6		ШЖУ-40-6		Поршневий чоти-рьюхциліндровий	
Маса, Н	1000	850	2500	1700	1900	1050

Примітка. Межі припустимої погрішності - $\pm 0,5\%$.

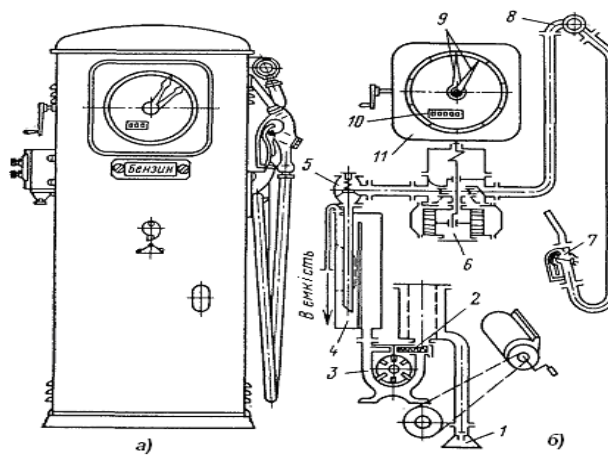


Рис. 4.40. Загальний вид (а) і технологічна схема (б) паливороздаточної колонки КЕР-40-0,5-1

Під дією розрідження, створюваного насосом, паливо з видаткового (підземного) резеруара через прийомний зворотний нижній клапан 1 і всмоктуючий трубопровід діаметром 37 мм проходить через фільтр-газовідокремлювач. У газовідокремлювачі 4 швидкість протікання палива різко знижується через збільшення прохідного перетину і відбувається зміна напрямку потоку. У результаті цього з палива виділяються повітря і гази, що збираються у верхній частині газовідокремлювача через отвір (жиклер) у штуцері кришки і разом з частиною палива потрапляють у поплавкову камеру в виді емульсії.

Гази та повітря з поплавкової камери виходять через клапан у атмосферу чи по пропускній трубці в ємкість, а паливо в міру його накопичення піднімає поплавок, відкриває отвір і засмоктується назад в всмоктувальний трубопровід насоса 8. З фільтра-газовідокремлювача 4 через верхній зворотний клапан 5 паливо надходить у лічильник рідини 6 і, заповнюючи по черзі кожний з чотирьох циліндрів, переміщує поршні лічильника. Поступальний рух поршнів з кулісами, на яких вони жорстко закріплені, перетворюється в обертальний рух колінчастого вала, причому за один хід поршня колінчастий вал і укріплений на ньому золотник повертаються на 90°. Обертальний рух колінчастого вала лічильника рідини передається через сполучну муфту на вал рахункового механізму 11, що має

два циферблати: передній і задній. На циферблатах знаходяться велика і мала стрілки 9. Велика стрілка робить один оберт при відпуску 5 л, а мала - при відпуску 100 л.

У вікні циферблата вмонтований шестироликовий сумарний лічильник 10, що показує наростаючий підсумок кількості виданого палива. З лічильника рідини паливо через індикатор 8, рукав і роздавальний кран 7 надходить споживачу. У роторно-шиберному насосі 3 знаходиться зворотний пропускний клапан 2, відрегульований на перепуск палива при тиску вище припустимого робочого тиску в системі.

Базовою моделлю для паливороздавальних колонок типів «Нара» і «Ока» є колонка 1 КЕР-40-0,5-1 ДСТ 9018—76. Колонка «Нара-1» відрізняється від колонки 1 КЕР-40-0,5-1 наявністю автономного (власного) однобічного рахункового пристрою. Показчик разової видачі палива має ціну розподілу, рівну 0,01 л. Колонка «Нара-2» відрізняється кратністю видачі доз у 1 л. Колонка «Нара-4» має два агрегати, що розміщаються в одному кожусі. Вона може експлуатуватися як із груповим пультом «Прогрес», так і з двома пультами типу «Д-03». Агрегати колонки «Нара-4» укомплектовують вузлами колонки «Нара-2».

Колонка «Ока-1» відрізняється від колонок типу КЕР і КЕД фільтром ФДГ-30 ТМ, що забезпечує тонкість фільтрації палива 20...30 мкм. Як лічильник використовують шестерний лічильник ШЖУ-25-6. Інші деталі і вузли цілком запозичені із колонок типу КЕР і КЕД.

Переносна з ручним насосом колонка 1 КР-40 ДСТ 9018-76 складається з всмоктувального рукава з приєднаним до нього ручним насосом, лічильника рідини з рахунковим механізмом, фільтра-газовідокремлювача, поплавкової камери, зворотного клапана, індикатора і роздавального рукава з краном. Колонка «Ока-3» на відміну від колонки 1 КЕК-160-1-1 ДСТ 9018-76 має вибухобезпечний електродвигун для привода відцентрового самовсмоктуючого насоса СЦН-20-40А, шестерний лічильник ШЖУ 3-6 і комбіноване керування - місцеве ручне і дистанційне від пульта

керування «ДК», що забезпечує одночасне керування роботою дванадцяти колонок. Габаритні розміри пульта «ДК» ті ж, що і пульта «Прогрес». Зовнішній вигляд пультів «ДК» відрізняється наявністю більшої кількості кнопок і лампочок на панелі керування.

Пульт А-27 призначений для керування колонками типу 1 КЕД-40-0,5-1 ДСТ 9018-76; пульти Д-03 і «Прогрес» - для керування колонками «Нара-2», «Нара-4». Пульт «Прогрес» може керувати колонками, що мають у своїй конструкції клапани зниження продуктивності, такими як 1 КЕК-160 ДСТ 9018-76. За допомогою пульта дистанційного керування А-27 здійснюють керування одною колонкою, рахунковий механізм якої має датчик, що виробляє через кожні видані 5 л палива їм пульс, який надходить до пульта.

Технічна характеристика колонок типу «Нара» і «Ока» приведена в таблиці 4.20.

Таблиця 4.20. Технічна характеристика колонок типу «Нара» та «Ока»

Показатели	Типи колонок								
	Нара-1	Нара-2	Нара-4	Нара-6	Нара-11	Нара-21	Нара-31	Ока-1	Ока-3
Витрата, л/хв.:									
- номінальна	40	40	40	100	40	40	40	40	100
- мінімальна	5	5	5	10	5	5	5	5	10
Мінімальна доза видачі, л	5	1	1	10	5	1	1	10	50
Відносна помилка, %	±0,5	±0,5	±0,5	±0,5	±0,5	±0,5	±0,5	±1,0	±1,0
Довжина роздаточного рукаву, м	4	4	4	6	4	4	4	6	9
Потужність електродвигуна, кВт	0,55	0,55	0,55	2 × 0,55	0,5	0,5	0,55	0,55	2,7
Маса, Н	1700	1900	2700	2850	1700	1700	2300	1450	12800
Габаритні розміри, мм:									
- довжина	406	416	440	—	406	406	440	625	645
- ширина	700	755	1120	—	700	700	1120	410	480
- висота	1520	1410	1354	—	1520	1520	1350	1410	1450

Примітка. Тиск на вході в насос – 0,05 МПа.

Маслороздаточні колонки відповідно до ДЕРЖСТАНДАРТУ 11537—75 випускають наступних типів:

КМ — колонка переносна з ручним керуванням і з ручним приводом;

КМП — колонка пересувна з ручним керуванням і з ручним електричним або пневматичним приводом;

КМР — колонка стаціонарна з ручним керуванням і електричним або пневматичним приводом;

КМД — колонка стаціонарна з керуванням від дистанційного пристрою з електричним приводом.

В даний час виготовляють колонки двох типів: переносну маслороздаточну колонку КМП-10 (моделі 397 М), що складається з ручного лопатевого насоса, лічильника, повітрівідокремлювача і роздаточного рукава з краном (рис. 4.41) і стаціонарної маслороздаточної колонки КМС-10 (моделей 367 М та 367 МЗ). Маслороздаточна колонка моделі 367 М (рис. 4.42) складається з насосної установки моделі 3106 А або моделі 3106 Б, за допомогою яких роблять вимір масла при його відпуску споживачу.

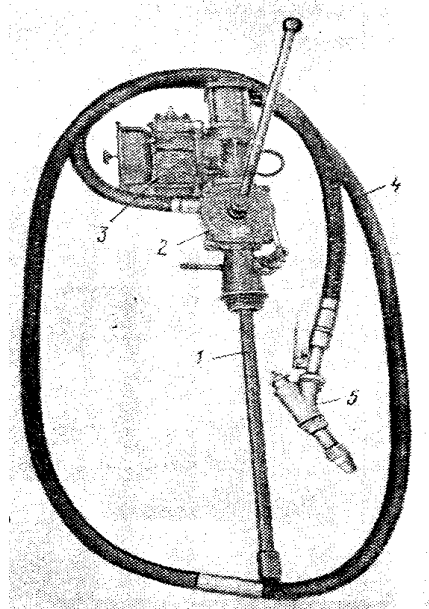


Рис. 4.41. Маслороздаточна колонка КМП-10 моделі 397 М:

1 — всмоктувальна труба; 2 — насос; 3 — лічильник; 4 — напірний рукав; 5 — роздаточний кран.

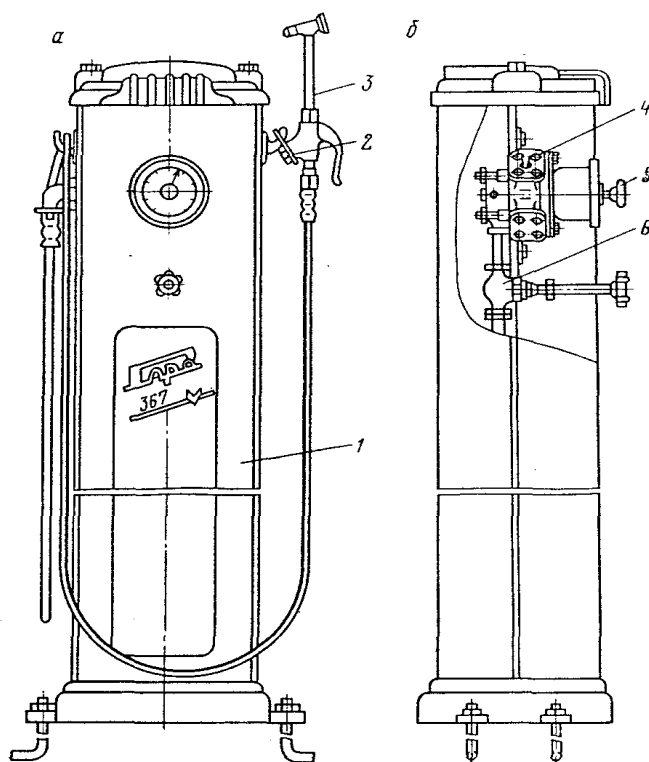


Рис. 4.42. Маслороздаточна колонка моделі 367 М:

а — вид зпереду; б — вид збоку; 1 — корпус; 2 — кронштейн для крана; 3 — роздаточний кран; 4 — лічильник; 5 — рукоятка скидання показників стрілочного показчика на нуль; 6 — запірний вентиль.

Колонка моделі 367 МЗ є настінним варіантом маслороздаточної колонки моделі 367 М. Технічна характеристика маслороздаточних колонок приведена в таблиці 4.21.

Таблиця 4.21. Технічна характеристика маслороздаточних колонок

Показники	Моделі колонок		
	397 А	367 М	367 МЗ
Подача, л/хв.:			
- при $T = 6\text{ }^{\circ}\text{C}$	—	810	6
- при $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$	10	12	10
Робочий тиск, МПа	0,15—0,2	0,8—1,5	0,8—1,5
Висота всмоктування, м	5	3	3
Довжина рукаву, м	4,5	3,5	3,5
Тип насосу	лопасний	шестеренний	—
Маса, Н;			
- колонки	220	420	—
- насосної установки	—	580	820

Примітка. Відносна погрешність - $\pm 0,5\%$.

Сумішеровоздаточна колонка 1 КЭДС-25-0,5-1 ДСТ 9018—76 призначена для виміру об'ємним методом двохкомпонентної паливної суміші (масло — бензин) і готування її шляхом змішування в змішувальній камері роздаточного крану при заправленні транспорту з двотактними двигунами. Колонка також може бути використана для видачі тільки бензину. Колонка працює з пультом дистанційного керування типу «Прогрес», що забезпечує керування роботою п'яти колонок.

Коротка технічна характеристика сумішеровоздаточної колонки КЭДС-25-0,5-1

Номінальна витрата, л/хв.:	
- при видачі суміші (при температурі 6...40 °С)	25
- при видачі бензину (при температурі 40°С)	40
Мінімальна доза видачі, л:	
- при видачі суміші	2
- при видачі бензину	5
Погрішність дозування, %	±0,5
Габаритні розміри, мм	416 × 800 × 1400
Маса, Н	1850

Колонка розроблена на базі паливороздаточної колонки «Нара-2» із включенням у її конструкцію маслонасосу, дозуючого пристрою, змішувальної камери до роздавального крану і другого роздавального рукава.

4.3.2 Пересувні засоби заправлення

Пересувні автомобільні засоби заправки: паливозаправники, заправні станції, маслозаправники, масловодозаправники, заправники спеціальними рідинами і заправні агрегати використовують головним чином в автогосподарствах, у районах сезонного зосередження техніки в сільській місцевості, на новобудовах, туристичних маршрутах і пристанях річок.

Паливозаправники (ТСВ) представляють собою спеціальні машини (рис. 4.43), технологічне устаткування яких монтується або на шасі автомобілів звичайної і підвищеної прохідності, або на напівпричепках середньої і великої вантажопідйомності.

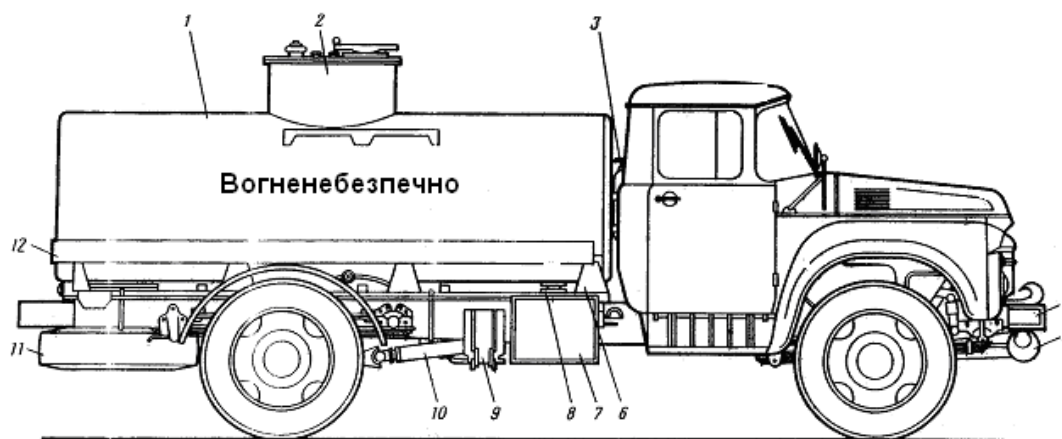


Рис. 4.43. Паливозаправник ТСВ-6:

1 – цистерна; 2 – кришка горловини; 3 – вогнегасник; 4 – шасі автомобіля ЗИЛ-130; 5 – глушник; 6 – вузол кріплення цистерни; 7 – ящик; 8 – трубопровід гідравлічної системи; 9 – насос СВН-80; 10 – трубопровід відстійника; 11 – запасне колесо; 12 – пенал.

Усі типи паливозаправників, відрізняючись головним чином типом шасі і місткістю резервуара, мають принципово аналогічне устаткування. Технологічне устаткування паливозаправників складається з резервуара, всередині якого змонтовані такі ж вузли, що й в автоцистерні, насоса з автономним приводом, напірно-всмоктувальних трубопроводів і рукавів, фільтрів, контрольно-вимірювальних приладів, систем керування, протипожежного устаткування тощо.

Місткість резервуара визначається вантажопідйомністю автомобіля (напівпричепа), на шасі якого змонтоване його технологічне устаткування. ТЗ класифікують в залежності від місткості резервуара. Вони бувають малої (2000...5000) л, середньої (5000...15000 л) і великої (15000 л) місткості.

Резервуар (рис. 4.44), як правило, еліптичної форми, виготовляється з листової сталі товщиною 3...4 мм, має обичайку і два днища. На

паливозаправниках великої місткості переднє днище для більшої міцності резервуара і кращої маневреності напівпричепа виготовляється напівсферичним. Внутрішня поверхня резервуара, а також все устаткування, що знаходиться усередині його, для запобігання від корозії металізовані цинком. Обичайка в місці приєднання заднього днища має отбортування для кріплення кабіни керування паливозаправником.

До заднього днища приварюють фланці, до яких приєднують всмоктувальний і напірний трубопроводи, передавальний механізм поплавкового рівнеміра пального в резервуарі та обмежувач наливу.

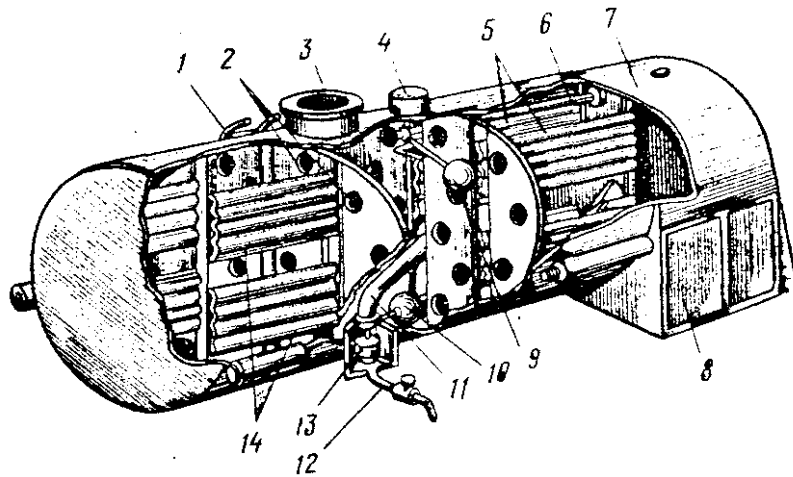


Рис. 4.44. Конструкція резервуара з кабіною паливозаправників середньої і більшої місткості:

1 — сходи; 2 — поперечні хвилерізи; 3,4 — ковпачок поплавка; 5, 14 — подовжні хвилерізи; 6 — валик обмежувача наповнення; 7 — кабіна керування; 8 — шухляда для роздавального рукава; 9 — поплавок обмежувача наповнення; 10 — поплавок показчика рівня; 11 — всмоктувальний трубопровід; 12 — зливальна трубка; 13 — вологовідокремлювач.

Для пом'якшення гідравлічних ударів палива, що перевозиться, на днищі резервуара встановлюють 1...2 поперечних хвилеріза, які розділяють порожнину резервуара на декілька сполучених відсіків. У резервуари місткістю від 8000 л і більше, крім того, поміщають повздовжні хвилерізи зі сталі з отворами (див. рис. 4.44).

Конструкція заливних горловин, встановлюваних у верхньому люку резервуара, аналогічна горловинам автомобільних цистерн. Розрізняються вони тільки способом кріплення кришок люків, конструкцією затискних пристроїв кришок заливних горловин і числом фільтруючих і противибухових сіток.

При спорожнюванні резервуара над поверхнею пального створюється розрідження, а при наповненні — надлишковий тиск. Зміна тиску в пароповітряному просторі резервуара може відбуватися і при зміні температури навколишнього повітря. Для сполучення газового простору резервуара з атмосферою в самій верхній крапці кришки верхнього люка встановлюють дихальні клапани відрегульовані на перепад тиску $\pm 0,03$ МПа.

Технологічне устаткування паливозаправників (рис. 4.45) забезпечує проведення наступних видів робіт: заповнення свого резервуара паливом; заправлення машин фільтрованим паливом із виміренням його кількості як зі свого резервуара, так і зі сторонньої ємкості; перемішування палива; перекачування палива зі сторонньої ємкості в інший паливозаправник через фільтр і виключаючи його та ряд інших операцій. Технічна характеристика деяких паливозаправників дана в таблиці 4.22.

Таблиця 4.22. Технічна характеристика деяких паливозаправників

Показники	Типи паливозаправників								
	малої місткості			середньої місткості				великої місткості	
	АТЗ-2,4-52	АТЗ-3,0-53А	АТЗ-3, 8-130	ТЗ-5-375	ТЗ-7-500	ТЗА-7,5-500А	ТЗ-255Б	ТЗ-16	ТЗ
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-	-8-	-9-	-10-
Базове шасі	ГАЗ-52	ГАЗ-53-А	ЗИЛ-130	Урал-375	МАЗ-500	МАЗ-500А	КрАЗ-255Б	Тягач ЯАЗ-200В з напів-прицепом МАЗ-5204	Тягач КрАЗ-258 з напів-прицепом ЧМЗАП-5524

Продовження таблиці 4.22

-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-	-8-	-9-	-10-
Експлуатаційна місткість, л	2400	3800	3800	5000	7000	7000	8000	16000	22000
Маса в снаряженном состояни (без топлива), кг	3305	4100	5250	9375	7800	8400	13600	21135	21600
Повна маса, кг	5375	7400	8745	13595	14020	14825	20220	33370	39200
Подача насоса, л/хв.	400	500	500	600	500	750	900	700	2000
Максимальна швидкість руху, км/год	70	80	85	80	75	75	65	40	40
Питома місткість, л/кг	0,73	0,92	0,73	0,53	0,88	0,895	0,59	0,75	1,02
Робочий тиск в роздаточній системі, МПа	0,35	0,35	0,35	0,4	0,35	0,4	0,65	0,35	0,5

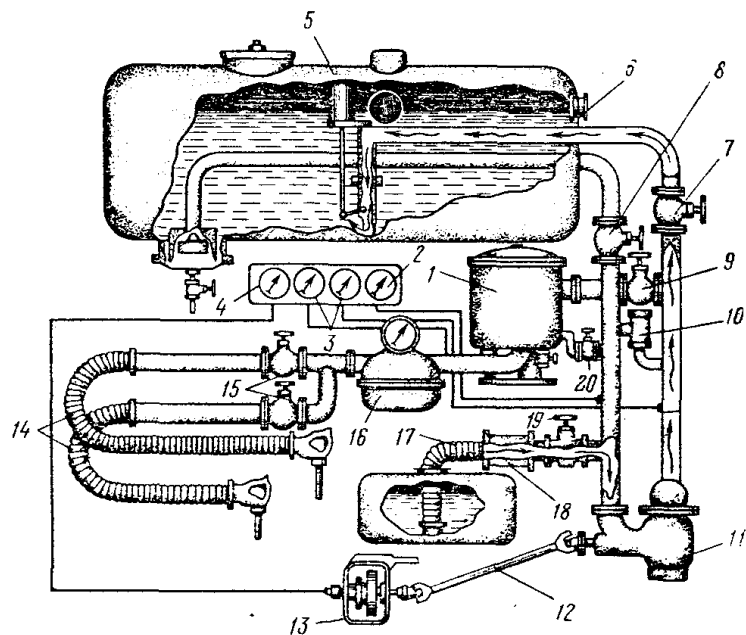


Рис. 4.45. Технологічна схема обладнання паливозаправника ТЗ-200:

1 — фільтр типу ТФ-2; 2 — вакуумметр; 3 — манометри; 4 — тахометр; 5 — обмежувач наповнення; 6 — показник рівня; 7 — засувка «у цистерну»; 8 — засувка «з цистерни»; 9, 15 — засувки «на роздачу»; 10 — запобіжно-перепускний клапан; 11 — насос; 12 — карданний вал; 13 — коробка відбору потужності; 14 — роздавальні рукави; 16 — лічильник; 17 — прийомний рукав; 18 — фільтр грубого очищення; 19 — засувка «з резервуара»; 20 — вентиль відсмоктування пального з рукавів.

Пересувні автозаправні станції (ПАЗС) являють собою переоснащене шасі автомобіля або автомобільного причепа, на якому змонтоване технологічне устаткування. Воно складається з наступних основних частин (рис. 4.46): резервуара з горловиною; вологовідокремлювача, трубопровідної арматури; дихального клапана; маслобака; шафи з лічильно-роздавальними пристроями; бічних шухляд, у яких розміщується допоміжний заправний інвентар; протипожежного устаткування; комплекту запасних частин; електричного устаткування (у кабіні водія); тенту; бензоелектричного агрегату АБ-1-Т/230.

За конструкцію резервуар ПАЗС і його устаткування аналогічні резервуару з устаткуванням АЦ і ТЗ. На ПАЗС моделей 3152, 3117 та 8630 використовують роторно-шиберні (об'ємні) насоси. На перспективних ПАЗС, АЦ і ТЗ встановлюють динамічні самоусмоктуючі насоси відцентрового типу, відцентрово-вихрові і вихрові насоси.

Технологічне устаткування роздачі палива та масел ПАЗС розміщають у шафі (кабіні) каркасного типу, яка встановлюється на спеціальній рамі на лонжерони автомобіля або причепа. В транспортному виконанні роздавальні рукави і роздавальні крани кріплять на бічних стінках шафи. В робочих умовах їх підвішують на кронштейнах, приварених до дверцят шафи, які під час роботи відкриваються. Освітлення в шафі — електричне.

Паливо з ПАЗС видають і обліковують за допомогою лічильно-роздавального пристрою (див. рис. 4.46), а масла - за допомогою ручного лопасного насосу і лічильника рідини з обліковим механізмом — С-8 від маслороздаточної колонки моделі 367 М (рис. 4.47). Електричне устаткування ПАЗС (автомобіля і причепа) залишається без змін, за винятком задніх ліхтарів, які монтуються на щитках, встановлюваних на ПАЗС.

Силове електроустаткування складається з бензоелектричного агрегату АБ-1-Т/230, штепсельного розйому РШ28-23 з кабелем, щитка з блоком запобіжників і вимикача освітлення. Джерелом електроенергії на

ПАЗС є бензоелектричний агрегат АБ-1-Т/230 або міська електромережа напругою 220 В.

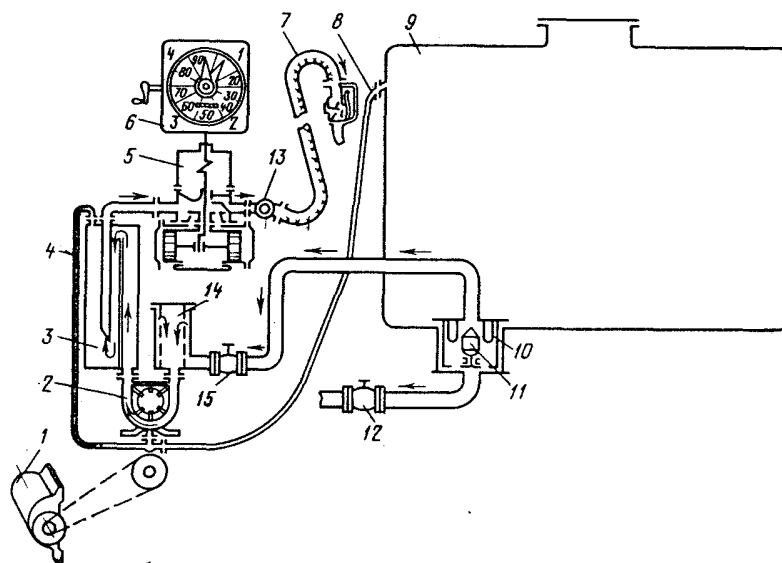


Рис. 4.46. Принципова схема вузла роздачі палива ПАЗС:

1 — електродвигун привода насоса; 2 — насос для палива; 3 — газовідокремлювач; 4 — трубка пропускна від газовідокремлювача; 5 — лічильник-об'ємомір; 6 — лічильний пристрій; 7 — рукав роздавальний із краном; 8 — трубка пропускна в ємкість; 9 — резервуар для палива; 10 — корпус вологовідокремлювача; 11 — поплавков вологовідокреслювача; 12 — вентиль зливального трубопроводу; 13 — індикатор; 14 — фільтр для палива; 15 — вентиль забірного трубопроводу.

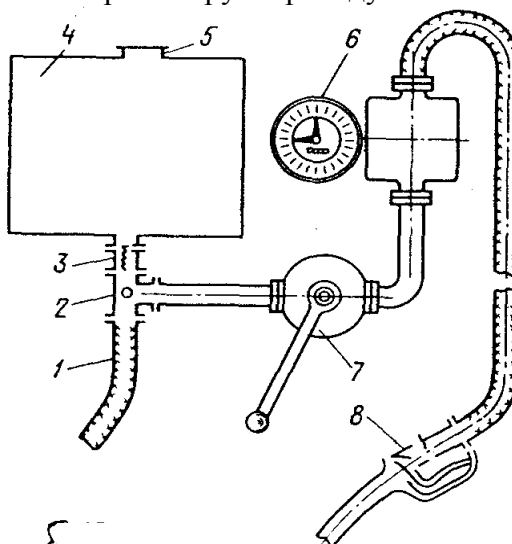


Рис. 4.47. Принципова схема вузла роздачі масла ПАЗС:

1 — рукав забірний; 2 — кран триходовий; 3 — зворотний клапан; 4 — бак; 5 — заливна горловина; 6 — лічильник; 7 — насос ручний; 8 — рукав раздаточний із краном.

Бензоелектричний агрегат складається з двигуна внутрішнього згорання з повітряним охолодженням марки 2СД-В, генератора трифазного струму і блоку керування. Агрегат розміщують на висувній рамі, яка встановлюється між кабіною водія і резервуаром.

Технічна характеристика АБ-1-Т/230

Номінальна потужність, кВт	1,0
Струм	Перемінний, трифазний
Номінальна напруга, В	230
Маса, Н	730
Тривалість роботи на одній заправці, год	4
Двигун 2СДв	Одноциліндровий (двотактний)
Потужність при 3000 об/хв, кВт	1,47

Щиток встановлюють у кабіні водія під спинкою сидіння, яку під час роботи відкидають і фіксують упором. Електричний щиток на ПАЗС з'єднаний з магнітним пускачем П-121. Уздовж правого лонжерона автомобіля в металевих трубах протягнена електропроводка до кнопки керування, до плафона освітлення, до фари.

При роботі ПАЗС розміщують на спеціально відведених нафтобазовій території (площадці), яка повинна бути рівною і забезпечувати можливість заземлення станції і вільного під'їзду автомобілів. ПАЗС закріплюють за постійними водієм-заправником або заправником, які перш ніж приступити до роботи проходять підготовку за спеціальною програмою і здають іспити. Водій-заправник повинен мати посвідчення на керування автомобілем. Обслуговування ПАЗС зводиться до виконання наступних операцій: догляд за резервуаром, роздавальним устаткуванням, двигуном 2СД-Б, електричною частиною, автомобілем і причепом.

Технічна характеристика пересувних заправних станцій дана в таблиці 4.23.

Масло- і водозаправники представляють собою спеціально обладнаний автомобіль, на якому змонтоване технологічне устаткування, що

складається з масляної і водяної систем, що включають резервуари для масла і води, системи підігріву, насосів із приводом, що напірно-всмоктувальних і роздавальних комунікацій для видачі масла і води, фільтра, лічильників, контрольно-вимірювальних приладів. Все устаткування розташовують у кабіні керування. Масловодозаправники постачають вогнегасниками ОУ-2.

Таблиця 4.23. Технічна характеристика пересувних заправних станцій

Показники	Моделі заправних станцій		
	3152	3117	8630
Базове шасі	ЗИЛ-130	Прицеп ИАПЗ-754В	Прицеп ГКБ-817
Місткість системи, л:			
- паливної	4500	4235	5500
- масляної	200	200	200
Подача, л/хв:			
- від ручного насосу	100	10	10
- від механічного насоса	40	40	40
Максимальна швидкість руху, км/год	40	30	30
Кількість обслуговуючого персоналу	1	1	1

Масляна система (рис. 4.48) призначена для нагрівання масла, збереження запасів масла і заправлення масляних систем двигунів фільтрованим маслом. Вона включає: масляну ємність, масло-підігрівач, насос, трубопроводи, рукава, фільтри і контрольно-вимірювальні прилади.

Оскільки масляний резервуар розташовують із зовнішньої сторони водяного, то в процесі нагрівання масло не контактує з відкритим полум'ям. У цьому випадку відсутня небезпека коксування масла і можливість розігріву дуже холодного масла, але масло при такому способі дуже повільно розігрівається і температура його нагрівання не перевищує 70...75 °С.

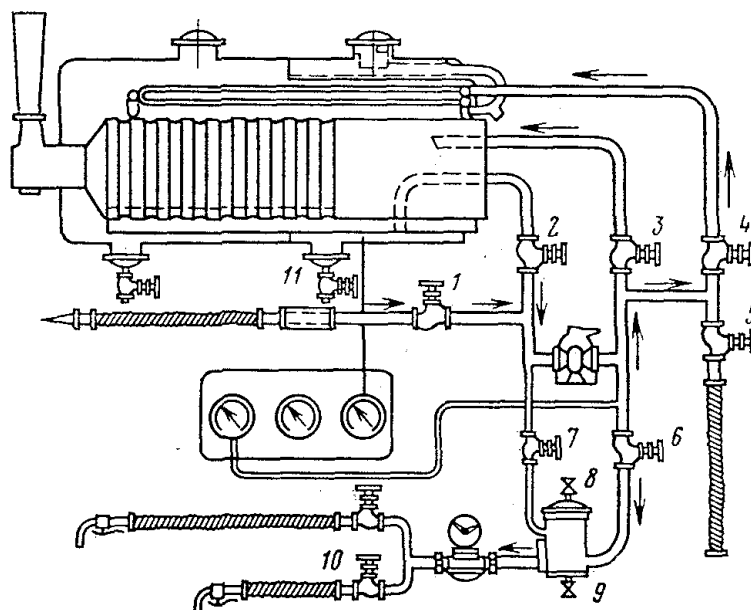


Рис. 4.48. Схема масляної системи масловодозаправника ВМЗ-ЗИЛ-151:

Вентилі: 1 — із сторонньої ємкості, 2 — з цистерни, 3 — у цистерну, 4 — на циркуляцію, 5 — на перекачування, 6, 10 — на роздачу, 7 — на відсмоктування палива з рукавів, 8 — випуск повітря з фільтра; 9 — злив відстою з фільтра; 11 — на злив з цистерни

Водяна система (рис. 4.49) призначена для нагрівання води, збереження її запасів і заправлення двигунів. З її допомогою також нагрівають масло до заданої температури. Водяна система включає водяну секцію резервуара з пучком конвекційних труб, насос, роздавальні крани і контрольно-вимірювальні прилади. Ця система забезпечує: заповнення резервуара водою, заправлення систем охолодження двигуна водою зі своєї або сторонньої ємкості, циркуляцію води під час нагрівання, продувку води з роздавальних рукавів. У процесі нагрівання вода прокачується по конвекційним трубам. Насосом вона забирається з передньої частини резервуара і подається в кожух. Циркуляція води прискорює процес нагрівання масла.

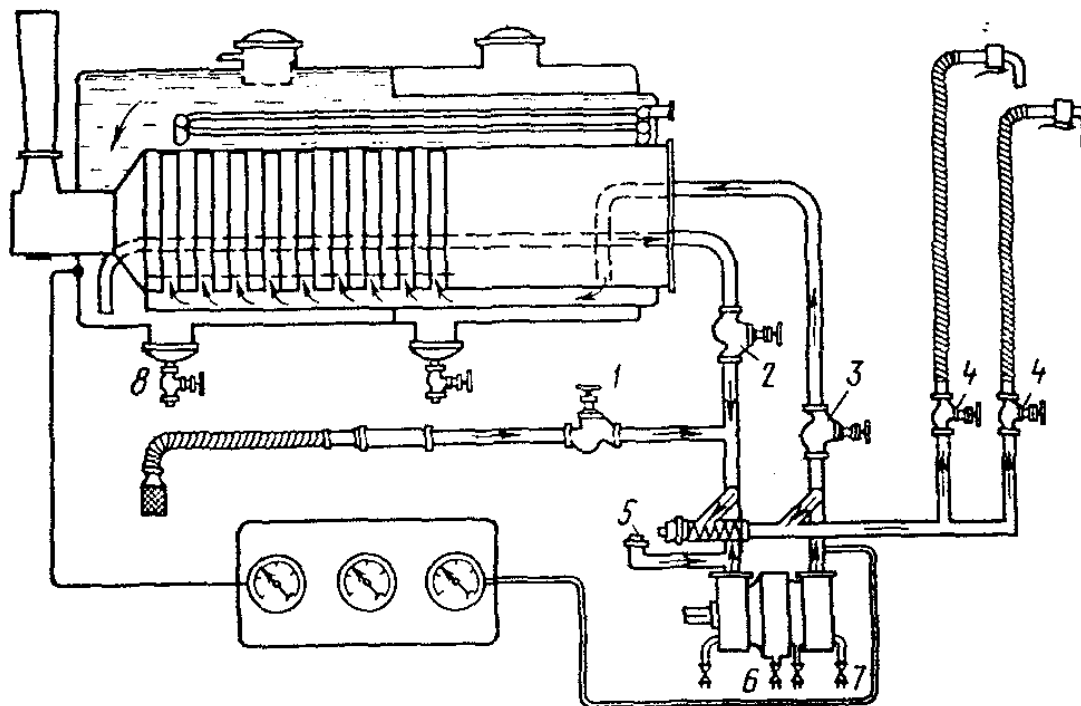


Рис. 4.49. Схема водяної системи масловодозаправника ВМЗ-ЗИЛ-151:

Вентилі: 1 — зі сторонньої ємкості або водойми; 2 — з резервуару; 3 — у резервуар; 4 — на роздачу; 5 — горловина для заповнення насоса водою; 6 — злив конденсату з камери обігріву насоса; 7 — злив води з насоса; 8 — злив відстою з резервуара.

Резервуари для масла і води зварені з листової сталі і мають зовнішню і внутрішню обичайки. Перша — еліптичної, друга — циліндричної форми. До обичайок по торцях приварюють днища. Всередині поверхня обичайок оцинкована. Зовнішня поверхня масляного резервуара захищена термоізоляцією. Кожен резервуар має заливну горловину з кришкою і відстійник.

Для нагрівання води та масла масловодозаправники обладнають системою підігріву, яка складається з топки, форсунок, паливного бака, паливоповітрепроводів і розподільного щитка. Технічна характеристика масловодозаправників надана в таблиці 4.24.

Механізовані заправні агрегати являють собою базові автомобілі звичайної або високої прохідності чи двохосьові тракторні причеми, на яких змонтоване технологічне устаткування. Вони призначені для механізованого

заправлення нафтопродуктами і водою сільськогосподарської техніки на місцях її використання, а також для перевезення нафтопродуктів з центральних складів господарства на пости заправлення техніки. Технічна характеристика механізованих заправних агрегатів дана в таблиці 4.25.

Таблиця 4.24. Технічна характеристика масловодозаправників

Показники	Типи масловодозаправників			
	МЗ-52	МЗ-66	МЗ-150	ВМЗ-ЗИЛ-151
Базове шасі	ГАЗ-52	ГАЗ-66	ЗИЛ-150	ЗИЛ-151
Місткість, л	1900	800	2100	Масла 700л, води 1400 л
Маса, кг:				
- без масла	3340	4880	8205	7625
- з маслом і водою	5360	5800	8265	9920
Продуктивність раздаточної системи, л/хв.	170	170	210	280/170
Тиск в системі, МПа	0,25	0,35	0,5	0,5
Максимальна швидкість руху, км/год.	70	65	70	70

На рис. 4.25 представлена технологічна схема заправного агрегату МЗ-3904.

Основне устаткування механізованих агрегатів включає: резервуари для бензину, дизельного палива, автотракторного і трансмісійного масел і бункер для консистентних мастил. Резервуари обладнують електричними датчиками для виміру рівня і поплавковим вимикачем вакууму, який після заповнення резервуара нафтопродуктом перекриває трубку відсмоктування повітря.

Таблиця 4.25. Технічна характеристика заправних агрегатів МЗ-3904 та МЗ-3905Т

Показники	МЗ-3904		МЗ-3905Т	
	різновиди базового шасі			
	03-140	03-4795	03-1362 (03-1562 И)	03-1401 (03-1401 И)
-1-	-4-	-5-	-6-	-7-
Шасі	ГАЗ-66	ГАЗ-52-01	2ПТС-4 М	2ПТС-4 (2-ПТС-4МЗ-793)
Експлуатаційна місткість, л				
- дизельного палива	1500	1970	2400 (1770)	1800 (1770)
- бензину	80	80	100 (105)	100 (80)
- дизельного масла	80	80	- (105)	100 (160)
- трансмісійного масла	50	80	100 (-)	50(-)
- води	80	80	100	100 (-)
- солідолу	20	20	20	20
Насос для дизельного палива		ЦВС-53 або СЦЛ-00		
Фільтр		ФДГ-30 Т (ФДГ 30 ТМ)		
Лічильник		СШ-25, ШЖУ-25-6		
Кількість роздаточних рукавів з кранами	5	6	5	6(5)
Продуктивність при видачі дизельного палива, бензину та води, л/хв.	25—40	40	35-20	35-20 (65-40)
Час заповнення кожного резервуару для відповідного нафтопродукту від компресора, хв.	3-4	3-4	3-5	3-5

Примітка. Час заповнення резервуара дизельного палива власним насосом — 12...15 хв.

Резервуар заповнюють через горловини. У горловині розміщується патрубок з фільтром, до якого за допомогою різьбового спряження прикріплюють прийомний рукав. Для підтримки в резервуарах надлишкового тиску, а також для сполучення їх з атмосферою на горловині встановлюють дихальний клапан, який відрегульований на тиск 0,07 МПа. Видачу палива з баків проводять через кран і роздавальний рукав, який приєднують до штуцера нижній частині баків. Рукава з кранами намотують на барабани.

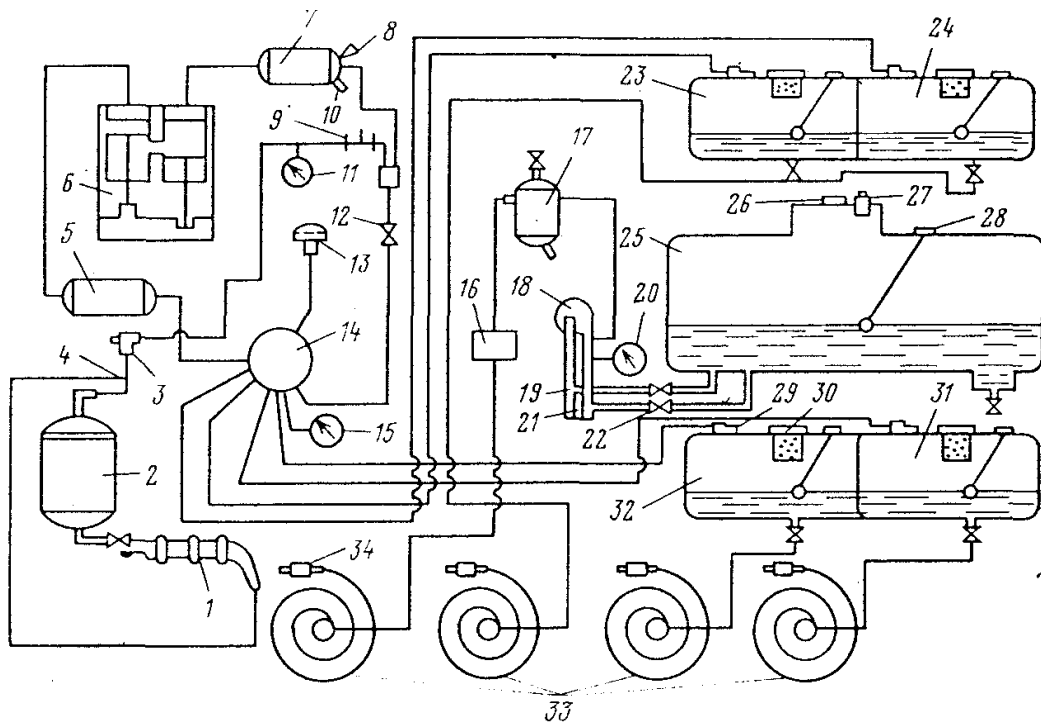


Рис. 4.50. Технологічна схема механізованого заправного агрегату МЗ-3904:

1 — пістолет солідолонагнітача пневматичний; 2 — бункер для солідолу; 3 — кран для зняття тиску в бункері солідолонагнітача; 4 — трійник; 5 — ресивер всмоктувальний; 6 — компресор; 7 — ресивер нагнітача; 8 — клапан запобіжний; 9 — трійник; 10 — кран; 11 — манометр; 12 — клапан запобіжний; 13 — фільтр повітряний; 14 — кран розподілу повітря; 15 — мановакуумметр; 16 — лічильник-літромір; 17 — фільтр для очищення дизельного палива; 18 — насос СЦЛ-00; 19 — всмоктувальний трубопровід основної ємкості; 20 — манометр; 21 — нагнітальний трубопровід; 22 — засувка; 23 — ємкість для трансмісійних масел; 24 — ємкість для дизельного масла; 25 — ємкість для дизельного палива; 26 — заливна горловина; 27 — дихальний клапан; 28 — датчик показчика рівня; 29 — вимикач вакууму; 30 — горловина заливна малої ємкості; 31 — ємкість для бензину; 32 — ємність для води; 33 — барабани з роздавальними рукавами; 34 — роздавальний кран 03-1551

На механізованих заправниках для видачі палива використовують самовсмоктуючі відцентрові вихрові насоси ЦВС-53 або СЦЛ-00, які приводяться в дію від коробки відбору потужності базового автомобіля на агрегаті МЗ-3904, від гідроприводу трактора «Беларусь» на агрегаті МЗ-3905Т або від автономного двигуна Д-300 на агрегаті МЗ-3905 И. Заповнення (видачу) паливом і водою малих резервуарів проводять стисненим повітрям, що надходить у ресивер від компресора автомобіля (агрегат МЗ-3904) або від

компресора, встановленого на причепі (агрегат МЗ-3905 Т) із приводом його від автономного двигуна чи гідроприводу.

Всі всмоктувальні і напірні лінії оснащують всмоктувальними спіральними і гладкими роздавальними рукавами з кранами. У похідному положенні рукава автоматично намотують на барабан. Для очищення палив від механічних домішок заправні агрегати обладнують фільтрами ФДГ-30 Т. Замір видаваного палива здійснюють шестеренними лічильниками типу СШ-25 або ШЖУ-25-6.

При виборі раціональної схеми організації використання механізованих заправних агрегатів необхідно враховувати тривалість їх роботи в день (добу) і матеріальні витрати засобів на видачу споживачам однієї тонни нафтопродуктів. Тривалість роботи агрегатів складається з витрат часу:

- на переїзд від місця стоянки агрегату до центрального нафтоскладу;
- на переїзд від одного заправного об'єкта до іншого;
- на заправлення однієї одиниці техніки;
- на технічне обслуговування заправного устаткування;
- на переїзд (повернення) заправного агрегату на базу стоянки;
- на одержання нафтопродуктів і оформлення прибутково-видаткових документів.

Різні схеми використання механізованих заправних агрегатів представлені на рис. 4.51. У ряді сільськогосподарських підприємств використовують схему І. За цією схемою агрегат одержує нафтопродукти на центральному складі господарства або нафтосховища і доставляє їх у бригаду (відділення) безпосередньо до працюючої техніки, наприклад до тракторів. У цьому випадку вигідно використовувати агрегат МЗ-3904 при обслуговуванні 15...20 (20...25) тракторів і плечі підвозу нафтопродуктів з центрального складу до бригади не більш 20 (10) км.

Агрегати МЗ-3905 Т та МЗ-3905 И доцільно використовувати при обслуговуванні 10—15 тракторів і плечі підвозу нафтопродуктів не більш 10 км.

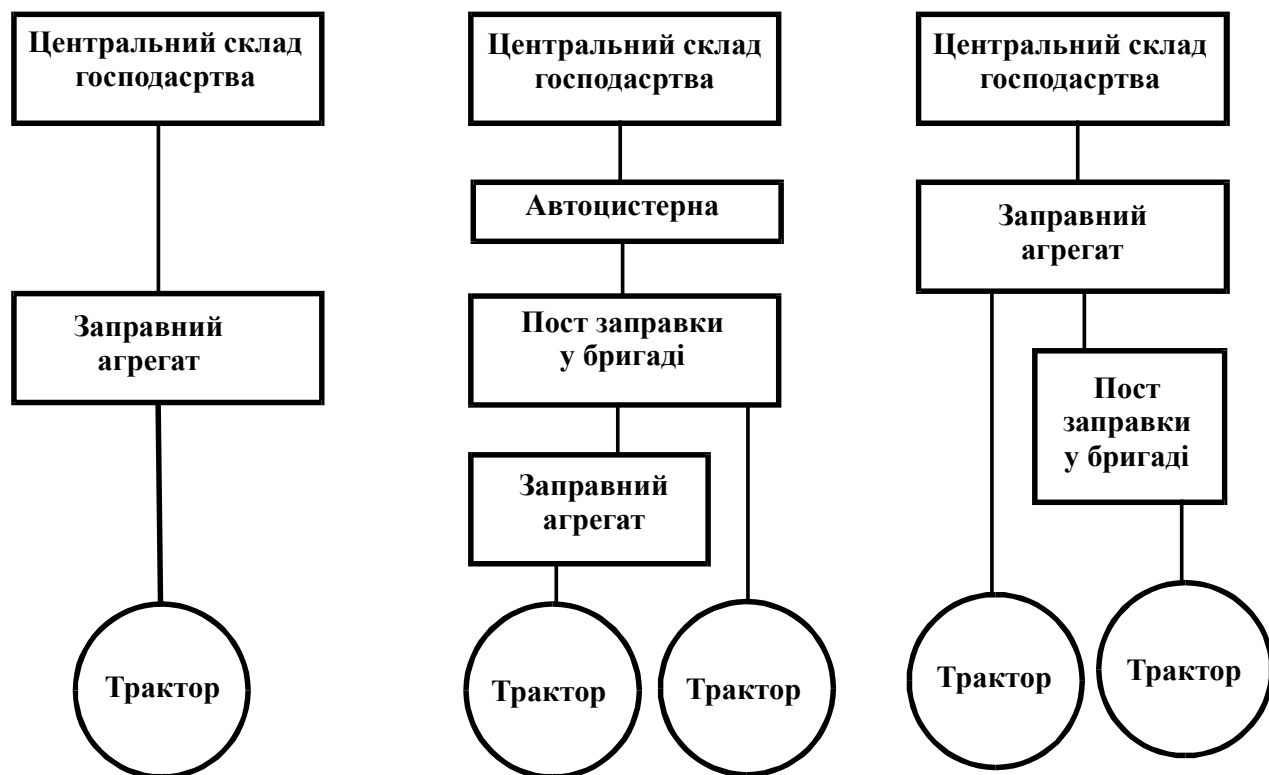


Рис. 4.51. Принципові схеми використання механізованих заправних агрегатів

Агрегати МЗ-3905 Т та МЗ-3905 И доцільно використовувати при обслуговуванні 10...15 тракторів і плечі підвозу нафтопродуктів не більш 10 км.

Схема I виключає необхідність дорогого будівництва стаціонарних заправних пунктів з резервуарним парком для вмісту і зберігання нафтопродуктів. Механізовані заправні агрегати при роботі по цій схемі повинні базуватися на центральному складі господарства. Перевагою зазначеної схеми є ще й те, що в цих умовах використання заправних агрегатів зменшуються число перекачувань нафтопродуктів, місць їх зберігання і зайнятість транспортних засобів.

Схему II використовують при обслуговуванні 25...40 тракторів у бригаді і плечі підвозу нафтопродуктів не менш 40 км. Доставляти нафтопродукти з центрального складу господарства до постів заправлення необхідно в автомобільних цистернах. За цією схемою механізований заправний агрегат може обслужити до 30 тракторів, а інші 10 тракторів варто заправляти на посту заправлення в бригаді.

Схема III — найбільш раціональна, оскільки в цьому випадку нафтопродукти доставляють з центрального складу в бригаду. Доставку здійснюють механізованими заправними агрегатами у вільний від заправлення час. Пост заправлення в бригаді відіграє допоміжну роль, тобто, він повинний заправляти невелику кількість тракторів, що знаходяться на малій відстані від нього чи повертаються на стан бригади на стоянку. На цьому пості повинний зберігатися деякий запас (резерв) нафтопродуктів, необхідний для роботи в періоди бездоріжжя і збирально-посівних робіт.

Пересувні заправні агрегати типу РЗА і РЗАМ представляють собою установки, в яких привід насоса здійснюється вручну, від ДВС або від електродвигуна. Вони призначені для заправлення автомобілів паливом і маслами. В їх комплекті є ручний лопатевий або поршневий насос, два фільтри (тканинний — для палива, сітчастий — для масла) і напірні рукава з роздавальними кранами.

4.3.3 Закордонні засоби заправлення

Закордонні засоби заправлення автомобілів можна розділити на чотири групи.

Перша група АЗС здійснює заправлення автомобілів, продаж масел і мастил у розфасованому виді і підкачування шин. На них є невеликий магазин з деяким асортиментом запасних частин для автомобілів. Розміщають ці станції у великих містах у районах зосередження автомашин індивідуального користування.

На АЗС другої групи використовується більш різноманітний асортимент палив, масел, мастил і приміщення для технічного обслуговування автомобілів.

Автозаправні станції третьої групи надають клієнтам різноманітні послуги: заправлення паливом і водою, підкачування шин, технічне обслуговування і дрібний ремонт автомобілів. АЗС мають окремі стоянки автомашин і гаражі, що здаються за погодинну оплату; магазин з великим вибором запасних частин до автомобілів і предметів першої необхідності для клієнтів; кафе або невеликий ресторан. Клієнт може одержати будь-яку консультацію по технічному догляду за автомобілем, стану і напрямку автодоріг.

АЗС четвертої групи надають клієнтам всі ті ж послуги, що й АЗС третьої групи, але додатково мають готель (мотель).

Всі АЗС можуть бути автоматизовані або працювати за принципом самообслуговування. АЗС першого і другого типів в залежності від цього мають обслуговуючий персонал від 2 до 5 чоловік. Чисельність обслуговуючого персоналу АЗС третьої і четвертої груп залежить в основному від обсягу робіт.

4.4. Особливості заправки паливом газобалонних автомобілів

Заправка газобалонних автомобілів (ГБА) здійснюють на газонаповнювальних станціях: при використанні зріджених природних газів – на автомобільних газонаповнювальних станціях (АГНС), а при застосуванні стиснутих природних газів – на автомобільних газонаповнювальних компресорних станціях (АГНСК). Газонаповнювальні станції підрозділяються на стаціонарні і пересувні. Стаціонарні АГНС містять підземні або надземні цистерни, оснащені контрольно-запобіжною і витрато-наповнювальною апаратурою та устаткуванням. Напівстаціонарні і пересувні АГНС розміщують на автотранспортних підприємствах, на

перетині великих транспортних магістралей і в безпосередній близькості від місць експлуатації газобалонних автомобілів, відокремлених від виробничої бази.

4.4.1 Заправка автомобілів зрідженим газом.

На стаціонарні АГНС паливо надходить у рідкому виді, тому її функції обмежуються переливанням зрідженого природного газу (ЗрПГ) із стаціонарних резервуарів у газові автомобільні балони. Тиск ЗрПГ, хоча і залежить від складу і температури навколишнього повітря, але на АГНС він залишається постійним, не перевищуючи 1,6 МПа. Основне устаткування АГНС – цистерни, насоси, фільтри, лічильники і газонаповнювальні колонки. Характеристики цистерн для збереження зріджених газів приведені в главі 2.3.

Технічні характеристики газонаповнювальної колонки 5898-00:

Призначення	для заправки ГБА
Робочий тиск, МПа	1...8
Тиск при пневмовипробуванні, МПа	1...8
Тип лічильника рідини	УИЖГ-20
Габарити, мм	650×400×1350

Для АГНС застосовують насоси двох типів: С5/200 і С5/140. Вони є вихровими самовсмоктувальними насосами з подачею 5 м³/год. Диференційований напір рідини, що перекачується, складає відповідно 200 і 140 м, при частоті обертання 1500...3000 хв⁻¹. Насос 35/200 восьмиступінчатий, а насос 35/140 — одноступінчатий. Висота всмоктування насоса 35/140 4 м при тиску парів рідини, що перекачується, не менш 0,7 МПа. У випадку зниженого тиску парів повинна бути зменшена висота всмоктування або штучно в резервуарі, що спорожняється, за допомогою компресора підвищений тиск на 0,1...0,2 МПа.

Технічна характеристика насоса для зрідженого газу С5/140:

Подача, м ³ /год	5
Напір, м	140

Висота всмоктування при пружності парів не менше 0,7 МПа, м	4
Діаметри вхідного та вихідного патрубків, мм ...	40
Потужність електродвигуна, кВт	8
Габаритні розміри, мм	910×505×385
Маса, Н	2160

Лічильник призначений для об'ємного виміру витрати газу. Він містить газовимірювальний пристрій, що складається з трьох технологічно і конструктивно зв'язаних між собою приладів: лічильника, фільтра, паровідокремлювача і диференціального клапана. Лічильник з кільцевим поршнем вимірює обсяг рідини шляхом періодичного відсікання визначених обсягів, розміщених у серпоподібних порожнинах вимірювальної камери і кільцевого поршня. За один повний оберт поршня відтинається 0,5 л газу. Передача від поршня до механізму лічильника здійснюється за допомогою магнітної муфти. Фільтр і паровідокремлювач складаються з фільтруючого пристрою, зворотного клапана, що виключає надходження рідини в цистерну у випадку раптового відключення насоса, і запобіжного клапана. Диференціальний клапан виключає потрапляння в лічильник газоподібної фракції.

Технічна характеристика лічильника зрідженого газу УИЖГ-20:

Тип лічильника	Об'ємний з кільцевим поршнем
Діаметр умовного проходу, мм	20
Робочий тиск рідини, МПа	2
Границі виміру витрати, л/хв.:	
- найменшої	10
- найбільшої	80
Температура рідини, °С	-50 ... +40
Клас точності	1
Верхня границя показчика витрати, л:	
- сумарної	999999,9
- разової	9999,9
Ціна ділення першого цифрового барабану, л:	
- сумарного	0,1
- разового	0,1
Габаритні розміри, мм	670×300×595

Пересувні АГНС можуть бути рамної або безрамної конструкції. Резервуар АГНС рамної конструкції встановлюють на рамі тягача або

причепа. Резервуар АГНС безрамної конструкції є несучим. Устаткування таких станцій складається з витратно-наповнювальної і контрольно-запобіжної арматури.

Наявність на цистернах насосів полегшує їх наповнення з залізничних цистерн і злив з них газу в стаціонарні цистерни. Деякі пересувні АГНС мають по дві цистерни, призначені для пропану і бутану. Газороздаточні прилади та устаткування в цьому випадку розташовані в задній частині автомобіля.

Пересувна АГНС ЦППЗ-12-885 розрахована на транспортування сидельним тягачем ЗИЛ-441510. Цистерна АГНС безрамної конструкції - несуча. Передня опора цистерни розміщується на сидло-зціпному пристрої тягача ЗИЛ-441510, задня опора - на одноосьовому візку напівпричепа ОДАЗ-885. Без тягача АГНС встановлюється на опорні котки.

До газового устаткування АГНС відносяться насос із приводом від коробки відбору потужності автомобіля, фільтр і лічильник газу. Наповнювальний вентиль для зручності користування встановлений у задній частині автомобіля. На наповнювальному газопроводі встановлений запобіжний клапан. Пересувна - АГНС може заправити газом газобалонні автомобілі в шляху їх проходження, безпосередньо на АТП або в місцях стоянки автомобілів.

В умовах АТП на кожні 500 автомобілів достатньо мати одну пересувну АГНС. Основні параметри АГНС (ЦППЗ-12-885) приведені нижче.

Геометрична місткість баку, м ³	12
Тип конструкції	безрамний
Робочий тиск у цистерні (максимальний), МПа	1,8
Робоча температура, °С.....	40 ... 50
Подача насоса, м ³ /год	5
Потужність одного електронагрівача, кВт	5
Число електронагрівачів	2
Маса газу, що транспортується, Н	51000

Основні технологічні прийоми і тривалість заправлення автомобілів зрідженим газом аналогічні заправленню бензинових і дизельних автомобілів

рідким паливом. Особливостями заправлення автомобілів газом є лише наступні умови:

- обов'язкова герметичність з'єднання заправного шланга і вентиля балона;

- контроль максимального наповнення балона газом за допомогою вентиля максимального заповнення. При частковому заповненні балона газ через цей вентиль виходить в атмосферу у пароподібному стані. Поява білої хмари газу свідчить про заповнення балона до максимального рівня і необхідності припинення заправлення;

- строго горизонтальна установка газобалонного автомобіля при заправленні. У протилежному випадку можливо надмірне або недостатнє наповнення балона зрідженим газом.

Слід також зазначити, що приєднання заправного шланга, керування заправними вентилями і визначення моменту закінчення заправлення входить в обов'язки заправника АГНС.

4.4.2 Заправка автомобілів стиснутим газом

Особливості АГНКС є подача газу під невеликим надлишковим тиском у компресори, стискання його до 26...35 МПа і подача в автомобільні балони під тиском 20 МПа.

Автомобільні газонаповнювальні компресорні станції підрозділяються на стаціонарні (5..50 тис. м³ /добу), гаражні (ГАГНКС, до 10 тис. м³/добу), пересувні станції або пересувні автогазозаправники (ПАГЗ) (1000...4000 м³/рейс).

Основне устаткування АГНКС – компресорна установка, що забезпечує стискання газу до необхідних параметрів, від досконалості якої залежить надійна та економічна робота станції в цілому.

Стаціонарні АГНКС обладнуються відносно потужними компресорними установками (500...1000 м³/год), що забезпечують

заправлення будь-якого автомобіля не більше ніж за 10 хвилин. У відмінність від них гаражні АГНКС призначені для повільного (тривалістю у декількох годин) заправлення групи автомобілів. Вони обладнані компактними компресорами з меншою подачею. Гаражні АГНКС передбачається розміщати в невеликих автогосподарствах (на 50...100 автомобілів).

Технічна характеристика компресорної установки 2 ГМ4-1,3/12-250:

Тиск, МПа	
- всмоктування	0,98...1,18
- нагнітання	24,5
Подача при тиску всмоктування 0,98 МПа, м ³ /год	820
Температура всмоктування газу, °К (°С)	268...303 (-5...+30)
Потужність споживана компресором, кВт, при <i>n</i> об/хв:	
740	125
370	62
Частота обертання вала компресора, з ⁻¹ (об/хв)	12,33/6,17 (740/370)
Питома витрата потужності компресора, кВт/(м ³ /хв) не більше	8,33
Питома металоємність компресора, Н/(м ³ /хв)	2000
Питома площа установки, м ² / (м ³ /хв)	0,66
Питома витрата охолоджувальної води, дм ³ /м ³	27,78

Примітка. Приведені питомі показники при номінальній температурі всмоктуваного газу 293 °К (20 °С).

Стационарні АГНКС. Ці АГНКС комплектуються технологічним устаткуванням двох видів: устаткуванням для виробництва і зберігання газомоторного палива, розміщеним у виробничо-технологічному корпусі і поза ним на окремій площадці, а також устаткуванням для роздачі газу, встановленим на автозаправній площадці.

Основні технічні показники .стаціонарної АГНКС:

Пропускна здатність (заправлення 100 м ³), заправлень/добу	500
Споживана потужність одним компресором, кВт	125
Число компресорів	5
Число газозаправних колонок	8
Об'єм акумуляторів газу (два акумулятори), м ³	18
Чисельність персоналу (при 3-змінній роботі) при різному теплопостачанні, чол.:	
- автономному	20

- централізованому	15
Площа території, га	0,67
Коефіцієнт завантаження компресорів	0,5
Облікове число автомобілів	1122

Гаражні АГНКС (рис. 4.52). Складаються з автоматизованої компресорної станції (один блок або більше з компресорними установками, розміщеними в контейнерах) і рампи з постами заправлення автомобілів. Компресорні установки працюють в автоматичному режимі. В особливих випадках можливе ручне керування. Станція обслуговується одним оператором.

Газ надходить з міської мережі, очищується, потім стискується і через акумулятори газу і рампу подається в балони автомобілів (рис. 4.53). Як правило, компресори здійснюють накачування газу тиском до 20 МПа в балони автомобіля безпосередньо. Акумулятори виконують при цьому роль гасителів пульсації і додатково можуть використовуватися для «швидкого» заправлення одного-двох автомобілів у випадку екстреної необхідності. При спорудженні станції фундаментів не потрібно. Вона монтується на стандартних залізобетонних плитах. Для запуску АГНКС необхідно здійснити її заземлення і підключити до газової та електричної мереж.

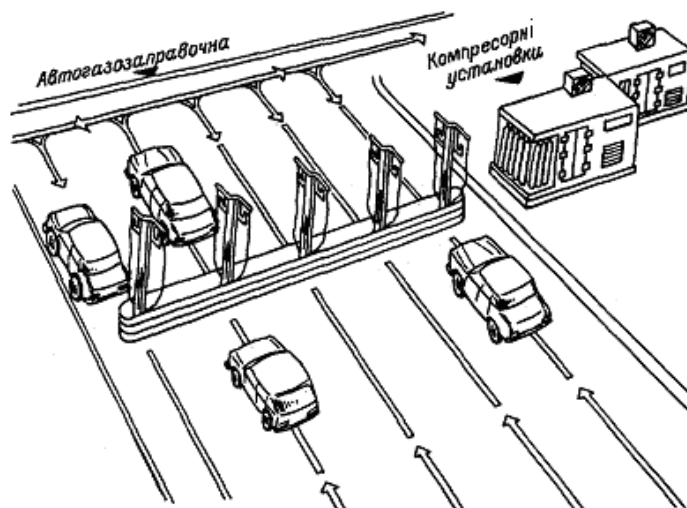


Рис. 4.52. Гаражна АГНКС

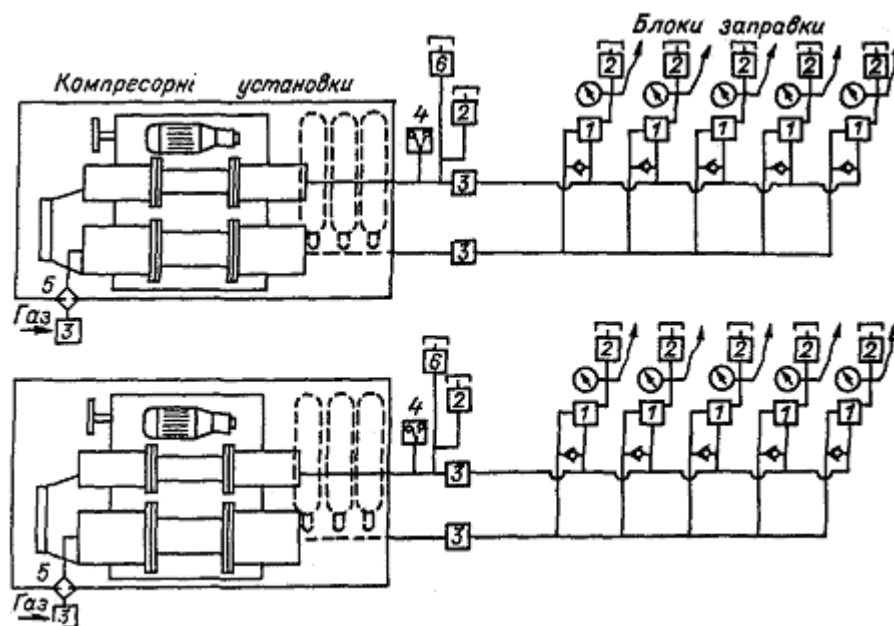


Рис. 4.53. Принципова технологічна схема гаражної АГНКС:

- 1 — триходові крани; 2 — запобіжні клапани; 3 — крани; 4 — пресостат;
5 — фільтр; 6 — свіча.

Система автоматики АГНКС забезпечує автоматичне відключення компресорної установки, включення світлової і звукової сигналізації при порушенні режиму робіт: підвищенні тиску газу на прийомі або виході з компресора; підвищенні температури газу та охолоджувальної рідини; підвищення чи зниження температури повітря в контейнері понад задані межі; поява полум'я або виникнення загазованості в контейнері. Крім того, система автоматики і відповідне технологічне устаткування забезпечують автоматичний режим роботи КС за допомогою вентиляційної установки й електродвигунів, які підтримують температурний режим всередині контейнера (від 50 до 10° С) при зміні температури навколишнього повітря від -50 до 60° С.

Автозаправна рампа звичайно має 5...10 постів. Кожний пост обладнаний триходовим краном і гнучким шлангом із заправною головкою. Лінія роздачі газу обладнана запобіжним клапаном.

Малогабаритні гаражні АГНКС. Застосування малогабаритних АГНКС на АТП дозволяє поліпшити використання газових мереж і ліній

електропередачі (ЛЕП), тому що в нічний час число споживачів значно зменшується. Установка малогабаритних компресорів безпосередньо на АТП виключає «нульовий» пробіг автомобілів від гаража до заправної станції, тим самим зменшуються витрати на паливо.

Вітчизняна практика застосування автомобілів, що працюють на газі практично не має прикладів використання малогабаритних АГНКС для заправлення автомобілів безпосередньо в АТП. За кордоном такий спосіб розповсюджений досить широко. Як показує закордонний досвід автотранспортних підрозділів (власні гаражі), де встановлюються АГНКС, що поставляються фірмами «Нуово пиньоне» і «Гидромекканика» (Італія), «Леоберсдорфер» і «Машиненфабрик» (Австрія), час заправлення автомобілів 6 год. Ці станції працюють тільки в нічний час, коли автомобілі знаходяться на стоянці. Гаражні АГНКС фірми «Нуово пиньоне» комплектуються двох-, трьох- і чотирьохступінчастими компресорами моделей BVTN/2; BVTN/3; 2BVTN/3; 2BVTN/4 (в залежності від числа автомобілів у парку автотранспортних підрозділів) (табл. 4.26).

Компресор розташований в контейнері, що встановлюється окремо від будинку гаража (рис. 4.54). В контейнері підтримується мікроклімат з температурою в діапазоні від 5 до 45° С, а також передбачена 3-кратна протягом 1 години вентиляція повітря при нормальній роботі і 8-кратна в аварійній ситуації. У зв'язку з можливістю аварії рекомендується встановлювати в контейнері протипожежний датчик. Приміщення, де здійснюється заправлення автомобілів, оснащено устаткуванням для розподілу газу з перемінним числом розподільників від загального живильного трубопроводу, а також має постійну вентиляцію та аварійну, залежну від пристрою, що сигналізує про загазованість приміщення.

Таблиця 4.26. Технічні характеристики компресорних установок для малогабаритних АГНКС

Технічні дані	Фірма, країна		
	«Нойман ЕССЕР», Германия	«Литвин» Франция	«Нуово пиньоне», Италия
Компресор			
Тип	4VS1	Норволк-Чарджер NQSWS	Вертикальний 2BVTN/4
Подача, м ³ /год	250	80	165
Тиск всмоктування, МПа	0,15	0,15—0,245	0,15—0,294
Тиск нагнітання, МПа	19,6	24,5	24,5
Частота обертання, об/хв	735	600	600
Число ступенів стискання	4	3	4
Спосіб охолодження	Водяний	Водяний	Антифриз
Габаритні розміри, мм	—	750×1300×1600	960×1400×1766
Маса, Н	67000	—	—
Електропривід			
Встановлена потужність, кВт	90	25	70
Напруга, В	3×380/220	—	3×380
Частота, Гц	—	—	50
Маса, Н	10500	—	—
Вид передачі	—	Клинопасова	Клинопасова
Частота обертання, об/хв	750	—	—

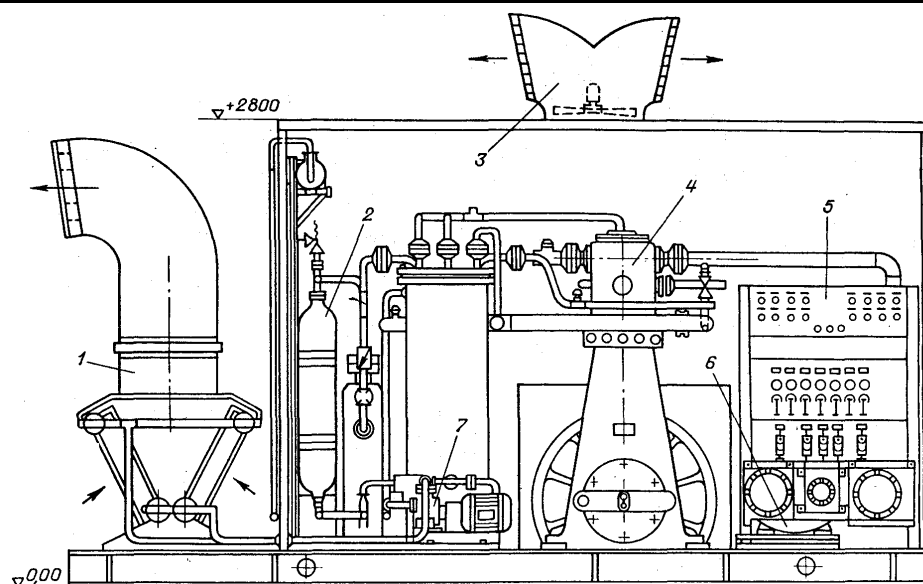


Рис. 4.54. Малогабаритна гаражна АГНКС.

1 – АВО; 2 – холодильник (антифриз-газ); 3 – дефлектор; 4 – компресор; 5 – пульт керування; 6 – електродвигун; 7 – циркуляційний насос (для перекачування води)

Пересувні автогазозаправники. Призначені для заправлення стиснутим природним газом автомобілів переважно міських АТП віддалених від стаціонарних АГНКС, а також для заправлення транспортної техніки в польових умовах або на міжміських шосе (рис. 4.55).

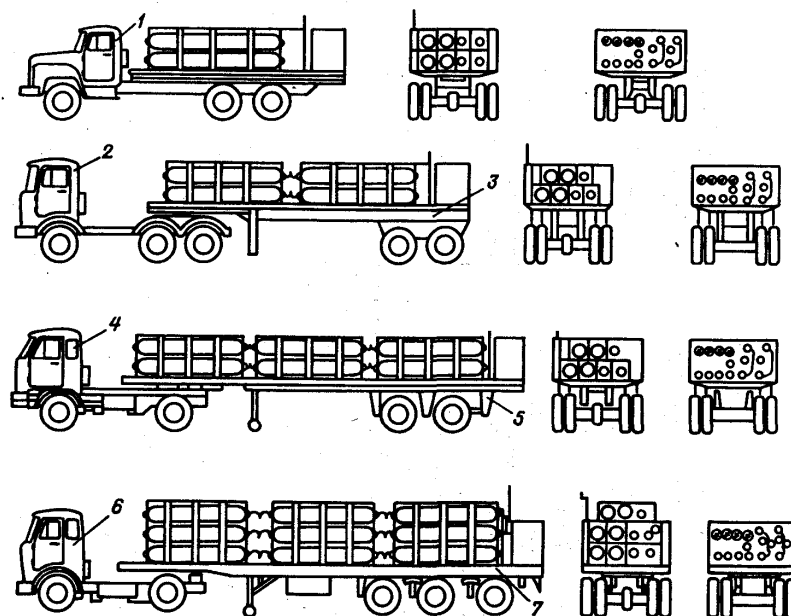


Рис. 4.55. Пересувні автогазозаправники (ПАГЗ):

1 - ЗИЛ-133ГЯ; 2 - тягач КамАЗ-5410; 3 - напівпричіп ОДАЗ-9370; 4 - тягач МАЗ-504В; 5 - напівпричіп МАЗ-93971; 6 - тягач МАЗ-6422; 7 - напівпричіп МАЗ-9389.

Автогазозаправник представляє собою автопоїзд, що складається з автомобіля-тягача і напівпричепа (або причепа), на якому змонтована газобалонна установка з блоками роздачі газу для заправлення автомобілів і самого автогазозаправника. Газобалонна установці ПАГЗ складається, як правило, із трьох секцій газових балонів для східчастого заправлення автомобілів безкомпресорним способом.

Найбільший тиск газу в балонах ПАГЗ 32 МПа (табл. 4.27). Автопоїзди для газо-заправників загального призначення виконані на базі автомобілів заводів ЗИЛ, КамАЗ і МАЗ.

Заправлення ПАГЗ планується на стаціонарних АГНКС, укомплектованих додатково дотискними (22,0 до 32,0 МПа) компресорами в основному в 2-ю і 3-ю зміни. Звичайно за одним автомобілем-тягачем закріплюють 2-3 напівпричепа. Пересувними газозаправниками може бути додатково взяте на кожній стаціонарній АГНС 25..30 тис. м³/добу газу, що істотно поліпшує техніко-економічні показники цих станцій. Загальний недолік розглянутих ПАГЗ - значна кількість залишкового газу в газових балонах (до 50%) заправника, які не можуть бути використані для заправлення балонів автомобілів. Для підвищення ступеня спорожнювання газових балонів ПАГЗ у закордонній практиці знайшов застосування компресорний добір газу з балонів.

Таблиця 4.27. Основні технічні показники пересувних автогазозаправників

Показники	Моделі			
	I	II	III	IV
Автомобіль-тягач	ЗИЛ-133ГЯ	КамАЗ-5410	МАЗ-504В	МАЗ-6422
Напівприцеп	-	ОДАЗ-9370	МАЗ-93971	МАЗ-9389
Вантажопідємність, т	10,0	14,2	20,0	32,4
Загальна кількість балонів з р=32 МПа	10,0	14,0	21,0	33,0
Місткість одного балону, л	400	400	400	400
Число заправочних пристроїв	2	2	2	2
Число балонних секцій	3	3	3	3
Загальний об'єм газу в балонах ($\alpha_{сж}=0,9$), м ³	1422	2490	2987	4693
Кількість обслуговуючого персоналу, чол.	1	2	2	2

Заправлення автомобілів стиснутим газом здійснюється в стаціонарних умовах з використанням газозаправних колонок. Газозаправна колонка містить в собі арматуру, що забезпечує роздачу газу в балони при ручному керуванні, арматуру для продувки заправних ліній, а також датчики тиску і температури газу, що забезпечують можливість дистанційної реєстрації показань і автоматичного керування заправленням. Датчик тиску

«Сапфір» перетворює тиск газу в електричний сигнал, що подається в систему централізованого контролю і керування станцією. Тиск контролюється за допомогою контактного манометра, встановленого на колонці. Крім того, на колонці розміщена система світлової сигналізації, що фіксує моменти відкриття заправного вентиля на автомобілі, подачі газу з акумуляторів і закінчення заправлення. Датчики температури і тиску видають показання, на підставі яких за спеціальними таблицями або номограмами здійснюється розрахунок зі споживачами газу, що оформляється спеціальними талонами, де зазначені параметри, обсяг і вартість відпущеного газу. Кожна газозаправна колонка оснащена шлангом високого тиску зі спеціальною голівкою для приєднання до газобалонної системи автомобіля.

Перед заправленням виключається двигун автомобіля; заправний шланг (або металева трубка) герметично за допомогою різьбового спряження підключається до наповнювального вентиля автомобіля. Потім відкривається вентиль, перевіряється герметичність приєднання і вимірюється залишковий тиск газу в балонах. Якщо він менший 0,5 МПа то необхідно продуті балони. Для цього в них подається стиснутий газ під тиском 10—15 МПа, а потім він випускається в атмосферу. Продувка повторюється 2...3 рази.

Існують два способи заправлення автомобілів стиснутим газом: повільний і швидкий. Вибір способу залежить від режиму експлуатації та умов зберігання газобалонних автомобілів. Повільний або «нічний» спосіб розрахований на заправлення автомобілів у міжзмінний час протягом 8...12 годин. У цьому випадку АГНКС невеликої потужності знаходиться в безпосередній близькості від стоянки автомобілів. Заправні шланги підведені до місць збереження автомобілів і заправлення балонів газом здійснюється, минаючи ресивери, безпосередньо від компресора. При повільному способі відсутні холості пробіги автомобілів на заправлення і збільшується наповнення балонів газом на 10...20% у порівнянні із швидким способом,

тому що не відбувається додаткового нагрівання газу від різкого перепаду тиску при наповненні балонів.

При швидкому способі заправлення здійснюється на АГНКС з ресиверів протягом 8...12 хв. для вантажних автомобілів і 6...8 хв. для легкових. Ресивери з'єднані між собою в дві-три секції. Це дозволяє одночасно посекційно заправляти автомобільні балони і заповнювати газом з компресора ресивери. Заправлення балонів починають від секція з меншим тиском, а потім переключають на іншу секцію і дозаправляють балони до 20 МПа.

4.5. Умови змащування і заправки маслами сільськогосподарської техніки і автомобілів.

4.5.1 Засоби змащування і заправки маслами агрегатів і машин.

Для централізованого змащування і заправці агрегатів автомобілів, тракторів і інших сільськогосподарських машин безпосередньо при їх технічному обслуговуванні в майстерних експлуатаційних підприємств і на відкритих площадках при підготовці техніки до тривалого зберігання використовують мастильні посади, станції і нагнітачі.

На рис. 4.56 представлений комплект устаткування ОЗ-16302 ГОСНИТИ для поста змащування і заправлення механізмів автомобілів і тракторів. За допомогою устаткування, яке входить до комплекту, можна виконувати наступні роботи: зберігати виробничі запаси масел (чотири сорти), заправляти (дозаправляти) автомобілі і трактори маслами (чотири сорти) з урахуванням кількості відпущеного масла (три сорти), збирати і зберігати відпрацьовані масла (дві групи), змащувати складові частини автомобілів і тракторів пластичними мастилами, промивати мастильну систему дизелів, підкачувати шини та обдувати деталі стисненим повітрям. Технічна характеристика комплексу ОЗ-16302 ГОСНИТИ представлена в таблиці 4.28.

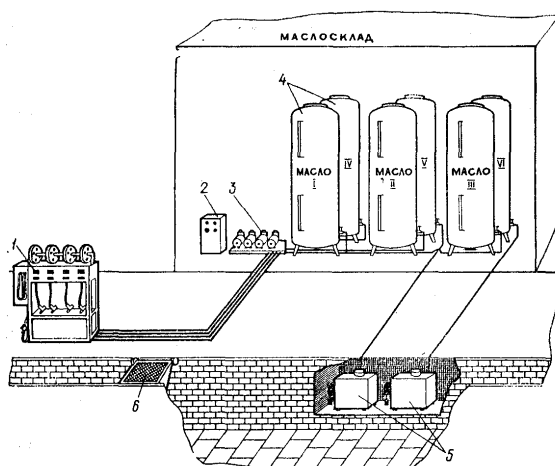


Рис. 4.56. Комплект устаткування ОЗ-16302 ГОСНИТИ:

1 - панельна стінка; 2 - електрошафа; 3 - насосний блок; 4 - резервуари; 5 - проміжні баки; 6 - пересувна ванна.

Таблиця 4.28. Технічні дані комплекту ОЗ-16302 ГОСНИТИ:

Тип	Стационарний
Число машин, що обслуговуються, шт.	200...600
Місткість, м ³ , резервуарів для збереження масел	15
В тому числі: - для свіжих (моторних та трансмісійних) - відпрацьованих	2,5×4 2,5×2
Місткість, м ³ , резервуарів для аварійного зливу масел	10 та 5
Обладнання для заповнення резервуарів маслами: - свіжими - відпрацьованими - для видачі свіжих масел	Електронасос Ш8-25-5,8/2,56-6 Пневмонасос ПНП-0,8/0,8 марки ОЗ-9930А ГОСНИТИ електронасос НШ-32-2
Продуктивність видачі масел при температурі +20 °С, дм ³ /с (л/хв)	Не менше 0,08...0,2 (5...12)
Джерело стисненого повітря	Зовнішня мережа СТО
Тиск стисненого повітря, МПа (кгс/см ²)	0,6...0,8 (6...8)
Витрата стисненого повітря, дм ³ /с (л/хв)	Не більше 1,16 (69,6)
Напруга живлення, В	380/220
Потужність, що споживається, кВт	10,7
Габарити, мм: - насосного блоку - панельної стінки - вертикального резервуару - рухомої ванни - проміжного баку - резервуару для аварійного зливу свіжих масел - резервуару для аварійного зливу отработаних масел	1720×1300×1660 1380×480×2080 1250×1200×3610 910×450×1125 925×500×800 2838×2450×2790 2030×2150×2460
Маса, Н	Не більше 49000

До складу комплексу входять шість вертикальних резервуарів 4 для збереження свіжих (чотири) і відпрацьованих (дві) масел і два горизонтальних резервуари для їх аварійного зливу (не показана); панельна стінка 1 для видачі свіжих масел; насосний блок 3 з електрошафою 2; устаткування 5 і 6 для збору відпрацьованих масел; установка для промивання системи мащення ОМ-2871А ГОСНИТИ або ОМ-16361 ГОСНИТИ; інструментальний візок; комплект арматури і трубопроводів тощо.

Технологічний процес (рис. 4.57) переміщення масел на станціях технічного обслуговування (СТО) цілком механізований. Свіжі і відпрацьовані масла рухаються роздільно по двох закритих автономних системах.

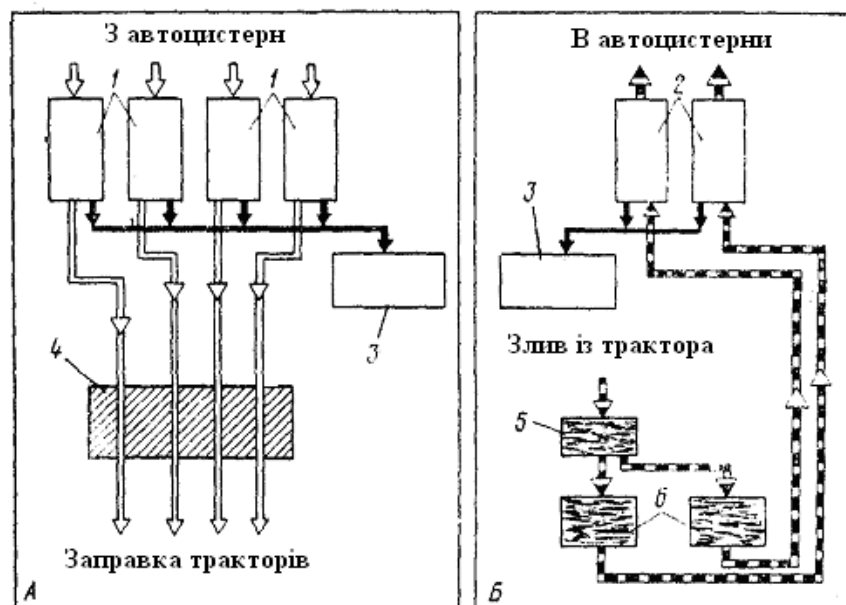


Рис. 4.57. Технологічна схема руху масел на СТО:

А - свіжих; Б – відпрацьованих; 1, 2 і 3 - резервуари відповідно для свіжих, відпрацьованих масел і аварійного зливу; 4 - панельна стінка; 5 - пересувна ванна; 6 - проміжні баки.

Свіжі масла доставляють централізовано в автоцистернах і за допомогою устаткування комплексу перекачуються у відповідні (в залежності від сорту і марки масла) резервуари 1 маслоскладу. Далі масла в

міру необхідності подаються насосами до панельної стінки 4 для заправлення тракторів з одночасним обліком виданої кількості. Відпрацьовані масла зливають з баків у пересувну ванну 5, звідки масла самопливом надходить в один (в залежності від групи масел) із проточних баків 6. В міру заповнення баків 6 відпрацьовані масла перекачуються в резервуари 2 маслоскладу, де зберігаються до здачі на регенерацію.

Роботу комплекту ОЗ-16302 ГОСНИТИ забезпечують три основні системи - гідравлічна, пневматична та електрична.

На рис. 4.58 представлена панельна стійка комплекту, що служить для видачі масел чотирьох сортів, змащування складових частин автомобілів і тракторів пластичними мастилами, підкачування шин і обдування деталей стисненим повітрям. Вона складається з металевого каркаса 6 і прикріплених до нього сталевих панелей. Нагорі розміщені чотири самозкочуючихся барабани 1 з роздавальними рукавами (три з кранами лічильниками 4 марки ОЗ-991А ГОСНИТИ – для видачі трансмісійних масел). Під барабанами на панелі 2 встановлені чотири кнопкових пости керування роботою насосів з табличками, що вказують сорти і марки масел, що видаються. Для збору масел, що стікають з маслороздаточних кранів, передбачений піддон 5.

На лівій бічній панелі змонтована шафа 11, у якій розміщені регулятор тиску стисненого повітря, манометр, маслорозпилювач, трубопроводи й арматура. На одній із стінок шафи розташовані пости включення пневмонасосів (рис. 4.58. вид А), на двох інших на кронштейнах підвішені зйомні повітрероздаточні рукави 13 з муфтами для їх підключення. Під шафою на бічній панелі встановлений наконечник 7 з манометром для підкачування шин і обдувний пістолет 8. На вільній бічній панелі (праворуч) може бути розміщений пневматичний солідолонагнітач ОЗ-1153А ГОСНИТИ.

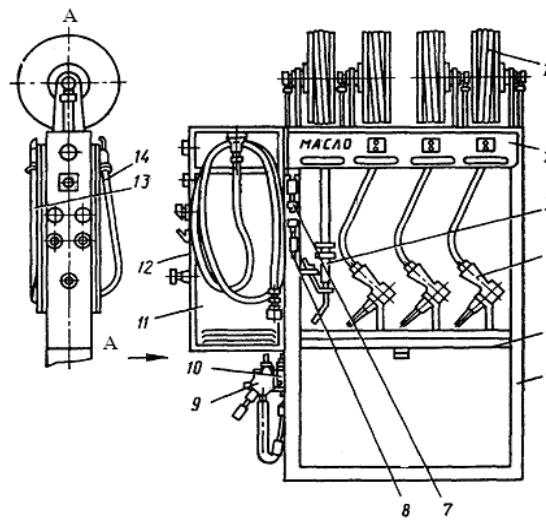


Рис. 4.59. Панельна стінка:

1 – самоскочуючийся барабан; 2 - панель; 3 - маслороздаточний кран; 4 - кран-лічильник КС-1; 5 - ванна; 6 - каркас; 7, 8 - наконечники; 9 - наконечник з манометром; 10 - обдувочний пістолет; 11 - дверцята; 12 - шафа; 13, 14 - роздавальні рукава для стиснутого повітря

Пересувна установка ОЗ-16350 ГОСНИТИ (рис. 4.59) призначена для механізованого заправлення автомобілів, тракторів, комбайнів і інших сільськогосподарських машин свіжим маслом або для збору відпрацьованого масла при технічному обслуговуванні і ремонті машин. Технічні дані установки приведені в таблиці 4.29.

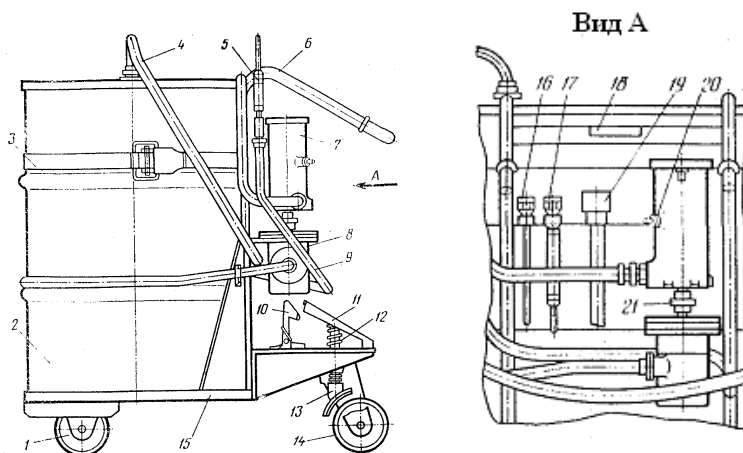


Рис. 4.59. Пересувна установка ОЗ-16350 ГОСНИТИ:

1 і 14 - колеса; 2 - ємкість; 3 - скоба; 4 і 9 - всмоктувальний і нагнітальний рукава; 5 - маслороздаточний кран; 6 - рукоятка для переміщення установки; 7 - пневмонасос; 8 - фільтр; 10 - фіксатор; 11 - педаль; 12 - пружина; 13 - гальмо; 15 - рама; 16 і 17 - наконечники маслороздаточного крана; 18 - щиток; 19 - наконечник для забору відпрацьованого масла; 20 - напівмуфта насоса; 21 - накидна гайка.

Таблиця 4.29. Технічні дані установки ОЗ-16350 ГОСНИТИ

Тип	Пересувна
-1-	-2-
Число машин, що обслуговуються одночасно, шт.	1
Ємкість для збередження масла: - тип - місткість, л	Стандартна бочка 200-3 (ГОСТ 13950) 200
Насос для перекачування масел: - тип - привод - число	ПНП-0,8/0,8 марки 9930А ГОСНИТИ пневматичний від зовнішнього джерела стисненого повітря 1
Маслороздаточний кран: - марка - число	ОЗ-9991А ГОСНИТИ 1
Продуктивність видачі свіжого масла при температурі навколишнього повітря 20°C, л/хв.	6
Максимальний тиск масла в нагнітательній магістралі, МПа (кгс/см ²)	0,8 (8)
Габарити, мм	1000×730×1180
Маса, Н	950

Установка складається з ємкості 2, пневмонасоса 7, з'єднаного з фільтром 8 накидною гайкою 21, всмоктуючого 4 і нагнітального 9 рукавів, маслороздаточного крана 5 з наконечниками 16 і 17, наконечника 19 для збору відпрацьованого масла. Всі елементи змонтовані на рамі 15.

Рама 15 виконана у вигляді зварної конструкції і оснащена ходовою частиною з трьома повноповоротними колесами 1. На одному з них встановлено гальмо 13, колодка якого притискається до колеса пружиною 12. Для зручності переміщення передбачена рукоятка 6.

Ємкість 2 для збереження масел кріпиться до рами 15 у вертикальному положенні за допомогою скоби 3. Для забору масла з бочки в заливну горловину вкручена труба, що закінчується в нижній частині металевою сіткою. Зверху до труби кріпиться всмоктувальний рукав 4. Герметичність з'єднання забезпечується ущільнювальним кільцем. Сорт і марку масла, що знаходиться в бочці, указують на змінних табличках, які встановлюють під щитком 18.

Пневмонасос ПНП-0,8/0,8 марки ОЗ-9930А ГОСНИТИ служить для перекачування свіжого або відпрацьованого масла. За допомогою пневматичної напівмуфти 20 у корпусі насоса можна підключити до нього повітряний рукав для подачі стисненого повітря із зовнішньої мережі. Фільтр 8 виконаний у вигляді металевого корпуса, у якому розміщений прийомний сітчастий фільтр ІС41-2, який забезпечує очищення масел від забруднень розміром більш 80 мкм.

Маслороздаточний кран (рис. 4.60) призначений для механізованого заправлення машин маслами.

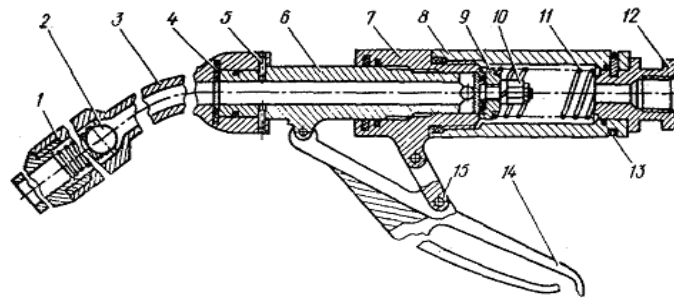


Рис. 4.60. Маслороздаточний кран ОЗ-9991А ГОСНИТИ:

- 1 - наконечник; 2 - відсічний клапан; 3 - труба; 4 - прокладка; 5 - штифт; 6 - повзун; 7 і 8 - корпуси; 9 - клапан; 10 - гайка; 11 - пружина; 12 - штуцер; 13 - кільце фіксатора; 14 - рукоятка важеля; 15 - тяга.

При роботі крана масло надходить під тиском по роздавальному рукаву через штуцер 12 до клапана 9. Натисканням на рукоятку важеля 14 приводиться в рух повзун 6, що пересувається вправо і відкриває підпружинений клапан 9. В результаті цього між сідлом корпуса 7 і клапаном 9 утворюється зазор. Через нього масло надходить у канал повзуна 6 і далі по трубі 3 до відсічного клапана 2. Переборовши зусилля пружини клапана 2, масло проходить через наконечник 1 у бак машини, що заправляється. При відключенні рукоятки важеля 14 повзун зміщається ліворуч, клапан 9 під дією пружини 11 закривається, і масло перестає надходити в канал повзуна 6. В результаті зниження тиску масла в наконечнику 1 відсічний клапан 2 під дією пружини закривається, перешкоджаючи підтіканню залишків масла з

каналу труби 3. Пропускна здатність крана для моторних масел - не менш 10 л/хв. Для зручності роботи в комплект крана входять два змінних наконечники, один із яких виконаний із гнучкої маслобензостійкої гуми. Наконечники замінюють, повертаючи трубу 3 навколо осі повзуна 6 до виходу його штифта 5 з пазів труби 3. Напівмуфта (рис. 4.61) служить для швидкого і надійного підключення до установки повітряного рукава. Напівмуфту, закріплену на пневмонасосі установки, зусиллям руки вставляють у корпус 3. У цей момент напівмуфта насоса своїм фігурним торцем упирається в ролики 5, що знаходяться в пазах корпуса 3 і підтиснуті пружиною 4. Коли напівмуфта насоса попадає під ролики 5, пружина 4 розтискається і напівмуфти з'єднуються. Одночасно напівмуфта насоса натискає на клапан 10 і входить у порожнину ніпеля 1, внаслідок чого повітря надходить у насос через проріз у клапані 10. Для роз'єднання напівмуфт натискають на обойму 7. При цьому обойма своїм торцем стискає пружину 4, ролики звільнюються і напівмуфта насоса виходить із зачеплення. У цей же час клапан 10 під дією пружини 11 перекриває отвір кільця 9 і не пропускає повітря.

Робота установки забезпечується двома системами - гідравлічною і пневматичною.

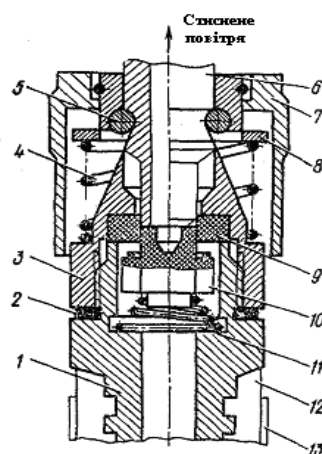


Рис. 4.61. Напівмуфта:

1 - ніпель; 2 - прокладка; 3 - корпус; 4 і 11 - пружини; 5 - ролик; 6 - напівмуфта насоса; 7 - обойма; 8 - шайба; 9 - кільце; 10 - клапан; 12 - рукав подачі стисненого повітря; 13 - хомутик.

Гідравлічна система (рис. 4.62) призначена для зберігання і видачі свіжого масла або для збору і видачі відпрацьованого. Масло під дією розрідження, створюваного насосом 5, перекачується по всмоктувальному рукаву 3 через фільтр 4 у порожнину насоса і далі по нагнітальному рукаву до маслороздаточного крана 7. Для збору відпрацьованих масел наконечник 2 з'єднують з рукавом 3.

Пневматична система служить для привода в дію пневмонасоса установки. Вона складається з насоса і напівмуфти, що підключається до нього за допомогою душного рукава.

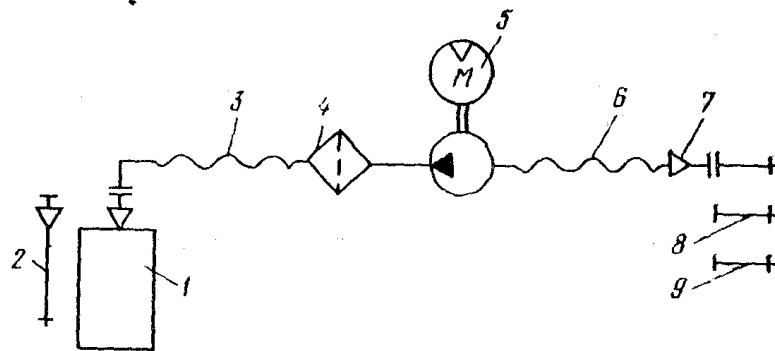


Рис. 4.62. Гідравлічна схема установки:

1 - ємкість; 2, 8 і 9 - наконечники; 3 і 6 – рукава; 4 - фільтр; 5 - насос;
7 - маслороздаточний кран.

Змащувальні станції і нагнітачі з ручним приводом, як малопродуктивні, в основному призначені для індивідуального користування. Найбільш поширені змащувальні станції з механічним, електричним, електромеханічним, гідро- і пневмоприводами. Змащувальна станція призначена для індивідуального змазування вузлів тертя машин (рис. 4.63).

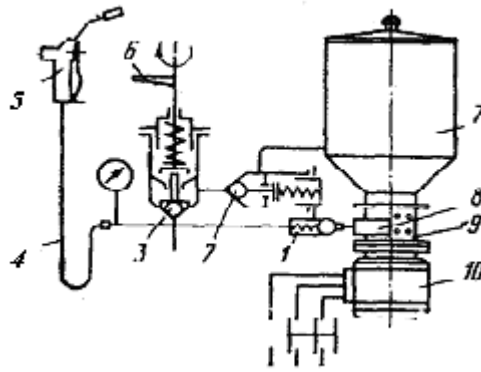


Рис. 4.64. Принципова схема змащувальної станції:

- 1 - зворотний нагнітальний клапан; 2 - пропускний клапан робочого тиску;
- 3 - проміжний клапан максимального тиску; 4 - шланг високого тиску;
- 5 - роздавальний пістолет; 6 - рукоятка; 7 - ємкість; 8 - насос високого тиску;
- 9 - редуктор; 10 - електропривід.

Вона відрізняється високою надійністю, що досягається установкою на мастильній лінії додаткового проміжного клапана 3 максимального тиску з ручним керуванням. Змащувальна станція складається з насоса 8 високого тиску, бака 7, електропривода 10, редуктора 9, зворотного нагнітального клапана 1, пропускного клапана 2 робочого тиску, шланга 4 високого тиску, роздавального пістолета 5, проміжного клапана максимального тиску з рукояткою 6. При подачі мастильних матеріалів змащувальними станціями або змащувальними баками з механічним приводом використовують в основному плунжерні насоси високого тиску і напірні шнеки. Так, пересувна електромеханічна мастильна станція мод. ОЗ-9903 (рис. 4.64 а) використовується для змащування вузлів тертя автомобілів, тракторів і інших машин та устаткування. Ними комплектуються пункти технічного обслуговування машин, а також гаражі автотранспортних підприємств і станції технічного обслуговування автомобілів.

У корпусі змащувальної станції монтуються черв'ячний редуктор, механізм нагнітання, сітчастий фільтр і храповик. Бункер для високов'язкого масла або солідолу 3 має конічну форму з кришкою. Корпус змащувальної станції виконаний з алюмінієвого сплаву. Змащувальний нагнітач містить корпус, виконаний зі сталі, на якому встановлена лита фасонна головка з

трубкою і змащувальною головкою. Змащувальна станція або змащувальний бак приводиться від електродвигуна вертикального виконання мод. АОЛ2-12-6. Для переміщення змащувальної станції або баку служать три колеса.

Змащувальна станція або змащувальний бак із пневмоприводом (рис. 4.64 б) призначені для змащування через пряму різбову або кутову різбову масельничку підшипникових вузлів тертя автомобілів, тракторів та інших машин на стаціонарних пунктах технічного обслуговування машин при температурі навколишнього середовища від - 10 до +40 °С.

На рис. 4.65 представлена схема електромеханічного солідолонагнітача М-390.

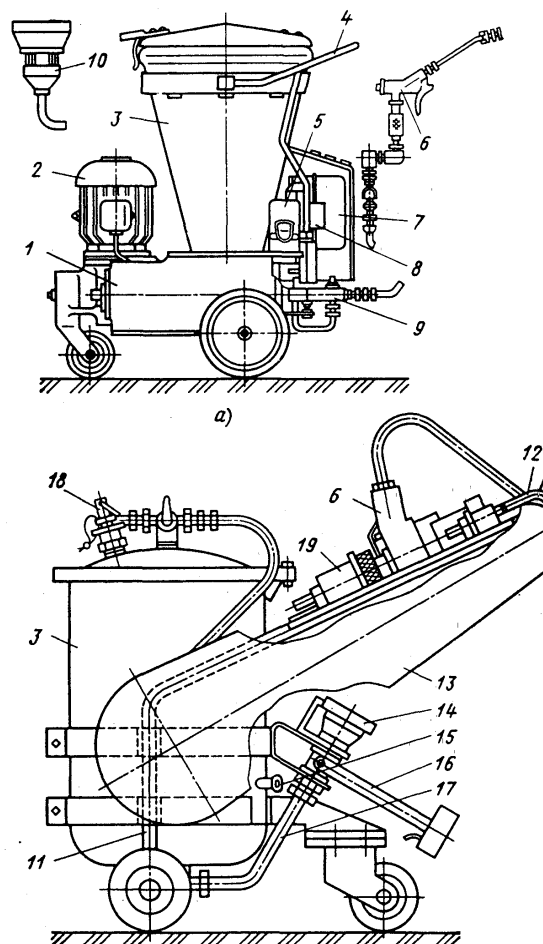


Рис. 4.64. Змащувальні станції з електромеханічним (а) і пневматичним (б) приводами: 1 - корпус шасі; 2 - електродвигун; 3 - бункер для пластичного мастилу (солідолу); 4 - рукоятка; 5 - кнопка керування; 6 - роздавальний шланг із пістолетом; 7 - магнітний пускач; 8 - реле тиску; 9 - блок клапанів; 10 - електрошнур зі штепсельним розйомом; 11 - запобіжний клапан; 12 - муфта; 13 - касета; 14 - зарядний пристрій; 15 - показник наявності мастильного матеріалу; 16 - блокувальний пристрій; 17 - живильний трубопровід; 18 - роздавальний пістолет; 19 - знімний запасний бачок

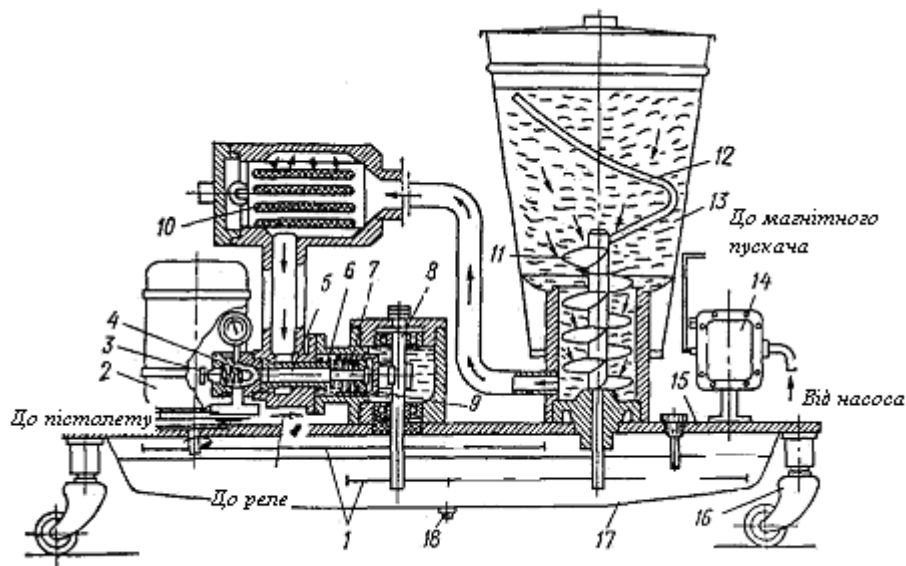


Рис. 4.65. Схема електромеханічного солідолонагнітача М-390:

1 - редуктор; 2 - електродвигун; 3 - спускна голка насоса; 4 - клапан нагнітання; 5 - плунжер; 6 - гільза; 7 - штовхач; 8 - вал насоса 9 - пружина; 10 - фільтр; 11 - шнек; 12 - розрихлювач; 13 - резервуар; 14 - реле дихання; 15 - опорна плита; 16 - роликів опора; 17 - картер редуктора; 18 - спускна пробка.

Густе мастило подається шнеком з резервуара, оснащеного розрихлювачем. Мастило надходить у фільтр, звідки плунжерним насосом високого тиску, що складається з гільз і плунжера, нагнітається в рукав високого тиску. Потім через роздавальний кран мастило надходить у роздавальний пістолет, з якого воно виходить під тиском 25...28 МПа. Місткість резервуара – 14 кг мастила. Установка приводиться в дію електродвигуном через зубчасті колеса і вал насоса. Штовхач переміщує плунжер, що подає мастило через нагнітальний клапан і далі до роздавального пістолета. Голка призначена для випуску повітря. Пружина повернення приводить плунжер у вихідне положення. За допомогою реле тиску магнітний пускач виключає електродвигун, якщо тиск мастила перевищує допустимий.

Мастильні матеріали подають у прямі різьбові або кутові різьбові масельнички мастильними нагнітачами (шприцами) різної конструкції (рис.

4.66). Гвинтові мастильні нагнітачі (рис. 4.66 а) мають заправну місткість 200...400 см³ і розвивають тиск до 10...12 МПа. За один оберт гвинта вони подають від 3 до 8 см³/хв мастильних матеріалів. Плунжерні мастильні нагнітачі ручного типу (рис. 4.66 б) при впливі на рукоятку зусиллям від 150 до 200 Н розвивають тиск до 10 МПа. Подача за один цикл високов'язкого масла або пластичного мастильного матеріалу складає 0,35 г. Плунжерні мастильні нагнітачі відерного типу (рис. 4.66 в) мають великий запас мастильного матеріалу і забезпечують тиск подачі до 10 МПа. Важільні мастильні нагнітачі (рис. 4.67г) подають за один хід плунжера до 1,4 г високов'язкого масла або пластичного мастильного матеріалу. Вони розвивають тиск до 30 МПа.

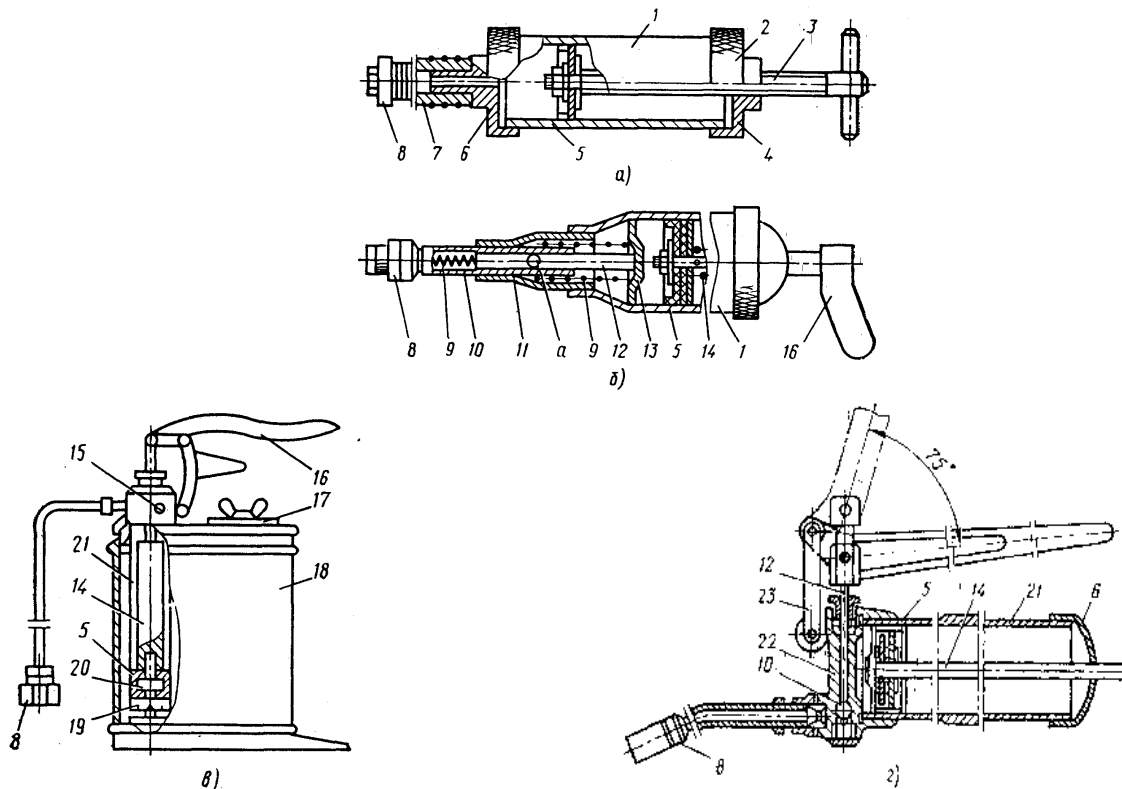


Рис. 4.66. Мастильні нагнітачі для змащування агрегатів і вузлів тертя машин рідкими і пластичними мастилами:

а — гвинтовий; б — плунжерний; в — відерного типу; г — важільний;

1 — корпус; 2 — верхня кришка; 3 — гвинт; 4 — втулка із різьбою; 5 — поршень; 6 — нижня кришка; 7 — гнучкий мастилопровід; 8 — наконечник; 9 — пружина; 10 — зворотний клапан; 11 — корпус наконечника; 12 — плунжер; 13 — ді-афрагма; 14 — шток; 15 — пряма (різьбова) масельничка; 16 — важіль; 17 — люк; 18 — резервуар; 19 — всмоктувальний клапан; 20 — нагнітальний клапан; 21 — циліндр; 22 — циліндр високого тиску; 23 — важільна система.

4.5.2 Централізовані автоматизовані мастильні системи

Централізовані автоматизовані мастильні системи (ЦАМС) забезпечують підведення заданої кількості рідкого чи пластичного мастильного матеріалу до великого числа точок змащування або опор вузлів тертя, які працюють на перемінних режимах з частими зупинками, в умовах, коли неможливо забезпечити газо- чи гідродинамічне змащення вузлів тертя.

Централізована мастильна система «Мулті лубер» фірми «Лінкольн» (США), обладнана пневмоприводом, призначена для вантажних автомобілів, автобусів, тракторів, будівельних, дорожніх, гірських, сільськогосподарських і інших машин. Мастильна система складається з одноплунжерного насоса (рис. 4.67) із силовим приводом (пневматичним, вакуумним або ручним), мастильного бака і трубопроводів, що підводять рідкий мастильний матеріал до кожного вузла тертя.

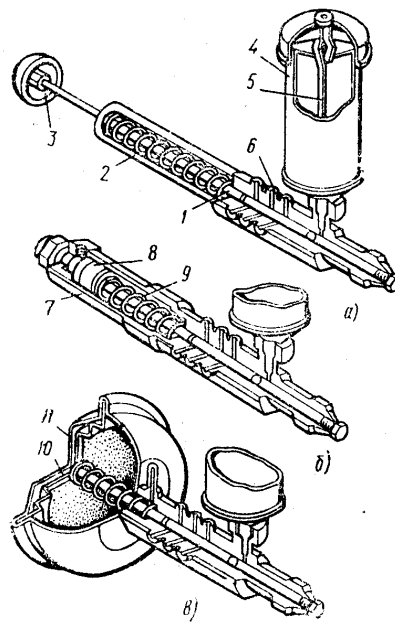


Рис. 4.67. Насоси централізованої мастильної системи «Мулті Лубер» (США) з ручним (а), пневматичним (б) і вакуумним (в) приводами:

- 1 — плунжер; 2 — силова пружина; 3 — рукоятка; 4 — мастильний бак;
- 5 — мастиломірна лінійка; 6 — вихідний штуцер; 7 — повітряний циліндр;
- 8 — поршень; 9 — поворотна пружина; 10 — діафрагма; 11 — камера.

Мастильний насос (рис. 4.68 а) системи являє собою шестигранний корпус 3, у внутрішній циліндричній порожнині якого рухається порожній плунжер 2 з кульковим клапаном 1. Останній перекриває мастильну магістраль, з'єднану з кільцевою виточкою на плунжері. Циліндр закритий пробкою (рис. 4.68) і утворює мастильну камеру ∂ , у яку через канал e з бачка надходить мастило. За штуцером розташовані 12 вихідних штуцерів 4, отвори яких щільно перекриваються плунжером. До штуцерів 4 приєднані індивідуальні трубопроводи, від кожної точки змащування.

При русі плунжера передній кінець його перекриває канал $ж$ (рис. 4.69 б), що з'єднує мастильну камеру ∂ з бачком, і стискає мастило. В результаті відкривається кульковий клапан 5, і рідкий мастильний матеріал під тиском по мастильній магістралі 3 плунжерів надходить у кільцеву виточку, яка в цей момент розташована навпроти отвору першого вихідного штуцера 6.

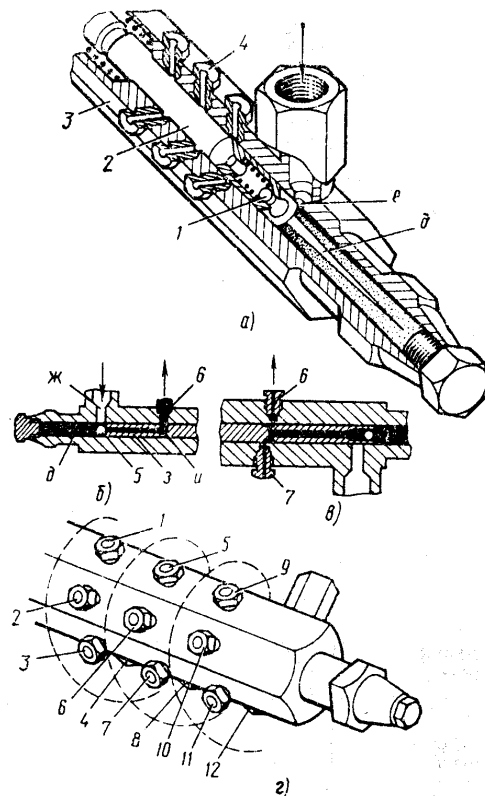


Рис. 4.68. Мастильний насос:

- а — конструкція; б — схема подачі мастила до першого штуцера;
в — схема подачі мастила до другого штуцера; г — схема розташування вихідних штуцерів 1—12

При цьому поршень, продовжуючи рух, подає рідкий мастильний матеріал по трубопроводу доти, поки кільцева виточка не вийде з зони отвору першого штуцера. Цей отвір перекривається плунжером, щоб мастило, яке потрапило в трубопровід, не поверталось в циліндр. Так відбувається дозована подача рідкого мастильного матеріалу до тертьових пар. При подальшому русі плунжера кільцева виточка проходить повз отвір другого вихідного штуцера 7. Переміщаючись повз всі отвори вихідних штуцерів, плунжер подає мастило до кожної точки змащування. Вихідні штуцери 1 - 12 (рис. 4.68 г) розташовані на чотирьох гранях корпусу насоса послідовно (при необхідності число вихідних штуцерів насоса можна збільшити). Коли плунжер займає крайнє переднє положення, цикл змащування закінчується, і поршень переміщується у вихідне положення.

При установці централізованої мастильної системи на машинах, обладнаних повітряними компресорами, використовують насоси з пневматичним приводом плунжера, які складаються з компактного повітряного циліндра 7 з поршнем 8 (див. рис. 4.68 б). На машинах без компресора ставлять насоси з вакуумним приводом, що складаються з камери з діафрагмою 10 (див. рис. 4.68 в).

На автомобільних та тракторних причепах доцільно використовувати насоси з ручним приводом (див. рис. 4.68 а). Необхідне зусилля для подачі рідкого мастильного матеріалу створюється пружиною 2, яка стискається при відводі плунжера 1 у вихідне положення рукояткою 3.

Пневматичний привід дозволяє автоматизувати процес змащування шляхом введення в трубопроводи стиснутого повітря. Вакуумний привід оснащений електричними клапанами, зв'язаними з замком запалювання або із спідометром, які посиляють електричні імпульси через визначені інтервали часу. Обслуговування такої системи складається з наповнення мастилом бачка і періодичного огляду всієї системи одночасно з обслуговуванням машини.

За даними досліджень Е.С. Кузнецова і Г.В. Крамаренко встановлено, що при використанні централізованої мастильної системи знос деталей вузлів тертя автомобілів ЗИЛ-130 зменшується в 2...3 рази, трудомісткість проведення мастильних робіт — у 3...5 разів.

Компактна і герметична централізована мастильна система, що виключає ручну працю, розроблена фірмою «Сейфматик» (Фінляндія). Систему можна монтувати не тільки на автомобілях, але і на інших машинах, а також верстатах і потокових лініях. Система забезпечує економну витрату мастильного матеріалу і гарні умови роботи тертьових деталей, тому що мастильний матеріал подається до поверхонь тертя у початковий момент руху машини. Система працює наступним чином. Мастило з бака 7 через фільтр 6 надходить у поршневий насос 5 однобічної дії (рис. 4.69 а).

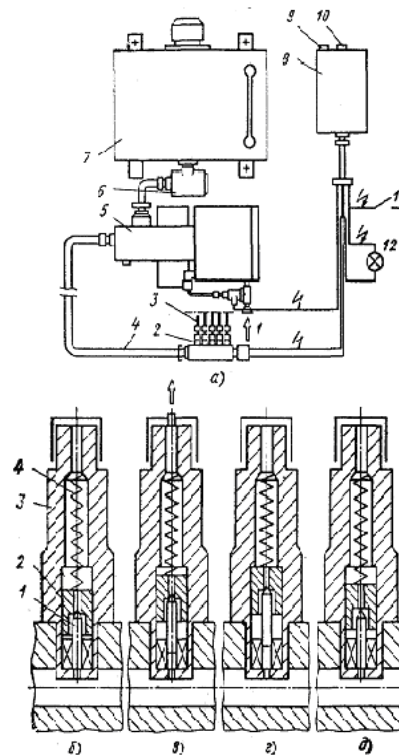


Рис. 4.69. Елементи централізованої мастильної системи фірми «Сейфматик» (Фінляндія):

а — схема (1 — магнітний клапан для подачі стиснутого повітря або рідини під тиском; 2 — дозатор; 3 — мастильна трубка; 4 — мастильна магістраль; 5 — насос з керуючим клапаном; 6 — фільтр; 7 — мастильний бак; 8 — пульт керування; 9 — сигнальна лампа періоду змащування; 10 — індикатор часу нагнітання; 11 — перемикач; 12 — сигнальна лампа); б — принцип роботи мастильного дозатора (1 — голка; 2 — поршень; 3 — корпус дозатора; 4 — поворотна пружина); б, в, г, д — схеми дозаторів.

У баці передбачена сигналізація низького рівня масла, що запобігає потраплянню повітря в систему і виключає роботу пар тертя без мастильного матеріалу. Насос може працювати від пневматичного або гідравлічного приводу. На пульті керування 8, розміщеному в кабіні водія, задаються дві важливі для роботи величини: період змащування і час нагнітання, протягом якого насос підтримує тиск у мастильній магістралі на визначеному рівні. Три лампочки на пульті керування подають інформацію про роботу системи:

зелена лампочка – система працює в оптимальному режимі;

жовта — насос почав нагнітати мастило в трубопровід;

червона — мастило скінчилося або тиск не піднімається до необхідного.

Коли за сигналом з пульта керування 8 відкривається магнітний клапан 1, стиснене повітря або робоча рідина впливають на поршень насоса, який нагнітає в мастильну магістраль системи мастильний матеріал, що знаходиться в циліндрі. Тиск магістралі 4 росте, поки не досягне максимального значення. У вихідне положення поршень повертається під дією пружини, коли магнітний клапан закривається і повітря чи рідина виходять з-під поршня. Одночасно з цим насос засмоктує через всмоктувальний клапан мастило в робочий циліндр. Коли поршень досягає вихідного положення, відкривається сполучення між клапаном скидання і масляним баком, тим самим знижується тиск у мастилопроводі.

У вихідному стані поршень дозатора знаходиться в нижньому положенні, і дозувальний пристрій над ним заповнений мастильним матеріалом (рис. 4.71б). Коли насос здійснює робочий хід, у мастильній магістралі системи тиск збільшується, і поршень дозатора рухається нагору, нагнітаючи мастильний матеріал з дозувальної камери до точки змащування (рис. 4.69 в). Коли поршень доходить до верхнього положення, він притискається до верхньої поверхні корпусу і запобігає тим самим просочування масла з магістралі 4 повз поршень у мастильну трубку 3 (рис. 4.69 г). Через установлений на пульті керування час поршень насоса

повертається у вихідне положення, тиск у магістралі падає, і під дією поворотної пружини поршень дозатора опускається, а голка замикає отвір, через який мастило може потрапити в мастильну магістраль (рис. 4.71 д). Одночасно клапан заправлення відкриває отвір у поршні, через яке мастило з камери заправлення надходить у простір над поршнем. Коли поршень доходить до нижнього положення, дозатор знову готовий до дії. Співвідношення тисків у мастильному насосі (1:15) дозволяє при робочому тиску 0,8 МПа одержати досить високий тиск (12 МПа) у мастильній магістралі. Це необхідно для надійної роботи мастильної системи при низьких температурах і при великій довжині мастильної магістралі. Мастило з трубок 3 подається під тиском у мастильні дозатори 2 (див. рис. 4.43 а).

4.6. Кількісний контроль обліку нафтопродуктів

4.6.1 Способи визначення кількості ПММ.

Для визначення кількості ПММ застосовують два методи: ваговий та об'ємно-ваговий. При прийомі і відпустці ПММ кількість нафтопродуктів другим методом визначають виміром обсягу з наступним перерахуванням в одиниці маси (по кожній марці ПММ). При відпустці нафтопродуктів у дрібну тару вимір здійснюють, як правило, зважуванням. Способи виміру кількості ПММ зазначені в таблиці 4.30.

Таблиця 4.30. Способи виміру кількості палива і мастильних матеріалів при прийомі, збереженні і видачі

Операція	Спосіб кількісного виміру для обрахування ПММ	Вимірювані величини	Вимірювальні прилади та міри
-1-	-2-	-3-	-4-
Прийом: з нафтоналивних судин	Замір в берегових резервуарах за калібрувальними таблицями	Висота наливу палива в резервуарах Щільність Температура	Лінійка стальная Нафтоденсиметр Термометр
	Пропускання через лічильники	Об'єм за показниками лічильника Щільність Температура	Лічильники для нафтопродуктів Нафтоденсиметр Термометр

Продовження таблиці 4.30

-1-	-2-	-3-	-4-
із залізно-дорожніх цистерн із транспортних автоцистерн та причепних цистерн і механізованих заправочних агрегатів в бочках і іншій дрібній тарі	Замір в залізничних цистернах за калібрувальними таблицями За калібруванням повної місткості автоцистерн, причепних цистерн та механізованих транспортних агрегатів Взважування	Висота наливу палива в залізничній цистерні Щільність Температура Об'єм за повною місткістю Щільність Температура Маса	Лінійка стальна або метршток Нафтоденсиметр Термометр - Нафтоденсиметр Термометр Ваги сотінні, гирі
Зберігання: в резервуарах в дрібній тарі в баках машин	Замір в резервуарах за калібрувальними таблицями Взважування Замір висоти рівня палива в баці	Висота наливу палива в резервуарі Щільність Температура Маса Об'єм за показниками мірної лінійки Щільність Температура	Лінійка стальна Або метрошток Нафтоденсиметр Термометр Ваги сотінні, гирі Лінійка мірна
Видача: в транспортні цистерни, причепні цистерни та механізовані заправочні агрегати, в бочки і іншу тару	За калібруванням повної місткості автоцистерн, причепних цистерн і механізованих заправочних агрегатів Пропускання через лічильники, автозаправочні колонки	Об'єм до повної місткості Щільність Температура Об'єм за показниками лічильника Щільність Температура	- Нафтоденсиметр Термометр Лічильники для нафтопродуктів Нафтоденсиметр Термометр
Заправка машини: паливом мастилом	Замір висоти рівня палива в баку до і після заправки машини. Пропуск через лічильники паливо-заправочних колонок до механізованих роздаточних агрегатів Пропускання через лічильники мастило-роздаточних колонок Взважування Замір мірною кружкою	Об'єм за показниками мірної лінійки Щільність Об'єм за показниками лічильника Щільність Об'єм за показниками лічильника Щільність Маса Об'єм за повною місткістю мірної кружки Щільність	Лінійка мірна Нафтоденсиметр Лічильники для палива Нафтоденсиметр Лічильники для масла Нафтоденсиметр Ваги настільні, гирі Кружка мірна Нафтоденсиметр

Продовження таблиці 4.30

-1-	-2-	-3-	-4-
Видача пластичного мастила	Взважування Заправлення разовою тубою	Маса Маса мастила в тубі за етикеткою	Ваги настільні, гирі —

Кількісний облік ПММ роблять тільки мірами і вимірювальними приладами, допущеними для цих цілей Держстандартом (метроштоки, рейки, об'ємоміри, вагоміри, мірники, роздавальний мірний посуд, паливо- і мастилороздаточні колонки тощо). Норми точності визначення маси рідких нафтопродуктів у резервуарах місткістю 100 м³ і більш за ДСТ 25019—81 при обліково-розрахункових операціях приведені в таблиці 4.31.

Таблиця 4.31. Основні параметри вимірників обсягу нафтопродуктів (ДСТ 25019-81)

Параметр	Норми при умовних проходах, мм	
	25	32
Циклічний об'єм, л	0,5	1
Витрата, л/хв.: - номінальна - максимальна - мінімальна	50 60 5	100 120 10
Мінімальна доза вимірювання, л, не більше	2	10
Робочий тиск палива (рідини), що вимірюється, МПа	0,3	0,3

Примітка: 1. Вимірники призначені для визначення кількості палива (рідини) в'язкістю 0,55...40 мм²/с (сСт) у складі паливороздаточних колонок за ДСТ 9018—82 і інших заправних засобів. 2. Зміна показань вимірників, викликана відхиленням температури навколишнього середовища і палива на кожні 10 °С від температури перевірки, яка дорівнює (20±2) °С, не повинна перевищувати для палива в'язкістю, мм²/с (сСт):
0,55—1,1 ±0,3 %
1,1—1,7 ±0,2 %
1,7—40 ±0,1 %

Усі виміри, пов'язані із визначенням кількості ПММ, здійснюються з точністю:

- замір висоти заповнення ± 1 мм
- щільність $\pm 0,005$ г/см³
- температура ± 1 °C

Погрішність замірних пристроїв і приладів устаткування, які застосовуються при операціях прийому, зберігання і відпуску ПММ, не повинна перевищувати наступних величин, %:

- ваг $\pm 0,1$
- автоцистерн $\pm 0,5$
- паливо-мастилороздаточних колонок (для
дизельного палива) і паливозаправочних
агрегатів ± 1
- об'ємних лічильників $\pm 0,5$

При визначенні кількості ПММ ваговим методом їх безпосередньо зважують на вагах. При об'ємно-ваговому методі масу нафтопродукту визначають за обмірюваним обсягом і його щільністю. Цей метод найбільш розповсюджений для виміру великих кількостей ПММ.

При вимірі дійсної кількості нафтопродукту, що знаходиться в резервуарах або цистерні, визначають попередньо кількість води на дні резервуара (за висотою рівня поділу води і нафтопродукту), а потім заміряють щільність нафтопродукту і його температуру.

Виміри виконують у наступній послідовності: перевіряють фактичний висотний трафарет, визначають висоту підтоварної води, а потім висоту наливу нафтопродукту в резервуар.

Зважування нафтопродуктів застосовують при відпустці ПММ малими кількостями, затареними в бочки, бідони і т.п.

Замір нафтопродукту в резервуарі або автоцистерні здійснюють рулеткою з лотом, метроштоком, а в залізничній цистерні — таврорейкою.

Межа сумарної відносної допустимої погрішності виміру маси не повинна перевищувати $\pm 0,5\%$. Сумарна погрішність виміру є найбільшою допустимою погрішністю, що включає вплив погрішності засобів вимірів, погрішності градування резервуарів, гідростатичних і температурних

деформацій і т.д. Значення маси нафтопродуктів, отримані в межах зазначеної погрішності, приймають за дійсні. Масу нафтопродуктів у резервуарах допускається вимірювати будь-яким методом, що забезпечує допустиму погрішність з ймовірністю 0,95.

В автоцистерні обсяг ПММ визначають за положенням рівня нафтопродукту щодо тарувальної планки на горловині цистерни.

Висоту підтоварної води визначають водочуттєвою стрічкою або пастою, нанесеною (прикріпленою) до лоту рулетки. Якщо води немає, то в горизонтальних резервуарах відразу можна визначати висоту наливу. Висоту наливу заміряють також метроштоком, а за калібрувальними таблицями знаходять обсяг нафтопродукту, що знаходиться в резервуарі.

Замір палива в баці машини роблять мірною оттарованою лінійкою.

Переведення одиниць об'єму ПММ в одиниці маси виконують за формулою:

$$G_n = V_n \rho^t, \quad (4.1)$$

де G_n — маса вимірюваного нафтопродукту, Н;

V_n — об'єм нафтопродукту, м³;

ρ^t — щільність, нафтопродукту при обмірюванні (фактичній) температурі, Н/м³.

Об'єм і щільність палива повинні бути враховані при одній і тій же температурі. Щільність палива і температура визначаються нафтоденсиметром.

Щільність нафтопродукту при обмірюванні температурі визначають за формулою:

$$\rho^t = \rho^{20} - \gamma(t - 20), \quad (4.2)$$

де ρ^{20} — щільність нафтопродукту при температурі 20 °С
приймається за сертифікатом даної марки;

γ — температурне корегування до величини щільності нафтопродукту,
кг/м³. Величину γ визначають за табл. 4.32;

t — температура нафтопродукту, °С.

Таблиця 4.32. Температурне корегування до щільності палива і
мастильних матеріалів

Щільність палива при 20 °С (ρ^{20}), кг/м ²	Температурна поправка на 1 °С (γ), кг/м ³	Щільність палива при 20 °С (ρ^{20}) кг/м ³	Температурна поправка на 1 °С (γ), кг/м ³
7W—709	0,897	810—819	0,752
710—719	0,884	820—829	0,738
720—729	0,87	830-839	0,725
730—739	0,857	840-849	0,712
740—749	0,844	850-859	0,699
750—759	0,831	860-869	0,686
760—769	0,818	870-879	0,673
770—779	0,805	880-889	0,666
789—789	0,792	890-899	0,647
790-709	0,778	900-909	0,633
800-809	0,765	910-919	0,62

4.6.2 Пристрої і прибори для кількісного контролю ПММ

Рівень нафтопродуктів у резервуарах вимірюють рівнемірами, рулетками, метроштоками. Рівнеміри за принципом дії поділяються на механічні (поплавкові), буйкові, п'єзометричні, електричні, ємкісні, радіоактивні, радіоінтерференційні, ультразвукові. Найбільше поширення в нашій країні одержали поплавкові дистанційні рівнеміри типу УДУ різних модифікацій (табл. 4.33).

Робота рівнемірів заснована на дії поплавка, що плаває на поверхні нафтопродукту і переміщується разом з його рівнем. В даний час знаходять широке застосування системи автоматизованого виміру параметрів світлих нафтопродуктів при прийомі, зберіганні та оперативному контролю

резервуарного парку АЗС, наприклад, рівнемір "Струна". Принцип дії рівнеміра заснований на вимірі часу поширення ультразвуку в металевому провіднику. До складу рівнеміра входять: первинний перетворювач рівня (ППР) з датчиками рівня, температури, щільності і підтоварної води; блок розподільний (БР); спеціалізований блок живлення (БЖ); блок індикації (БІ); блок керування (БК); блок сполучний (БС).

Таблиця 4.33. Характеристика моделей рівнемірів УДУ-10

Модель	Виконання	Резервуар	Границі вимірів, м	Кількість обертів валу на 1 м рівня
УДУ-10-111	У1, ЭУ1, ЭТВ 1, ЭТС 1	Вертикальний. Підлоговий циліндричний	0-12	5
УДУ-10-112	Те ж	Те ж		0,5
УДУ-10-113	Те ж	Те ж		1
УДУ-10-121	Те ж	Те ж	0-20	0,5
УДУ-10-122	Те ж	Те ж		5
УДУ-10-123	Те ж	Те ж		1
УДУ-10-211	Те ж	Заглиблений або підземний	0-12	0,5
УДУ-10-212	Те ж			5
УДУ-10-213	Те ж	Те ж		1
УДУ-10-311	Те ж	3 понтоном	0-12	5
УДУ-10-312	Те ж	Те ж		0,5
УДУ-10-313	Те ж	Те ж		1
УДУ-10-321	Те ж	Те ж	0-20	5
УДУ-10-322	Те ж	Те ж		0,5
УДУ-10-323	Те ж	Те ж		1

У ППР всередині труби, що є несучою конструкцією, розташований магнітострикційний провідник (струна). Генерація ультразвукового імпульсу відбувається за принципом магнітострикції безпосередньо в провіднику. Структура магнітострикційного матеріалу змінюється під дією магнітного поля. При зміні напруженості поля відбувається деформація кристалічної структури провідника, що створює механічну хвилю з ультразвуковою швидкістю. Погрішність виміру рівня $m \pm 1,0$ мм; діапазон виміру рівня

150...4000 мм; сигналізація наявності підтоварної води на рівні 12...15 мм у резервуарах стаціонарного і контейнерного типів. Рівнемір "Струна" має вибухозахист «іскробезпечний електричний ланцюг». Рівнемір дозволяє вимірювати також щільність нафтопродукту. Рівнемір розроблений науково-виробничим підприємством автозаправної техніки (м. Серпухов, Росія) і рядом конверсійних підприємств.

Камерні рулетки (рис. 4.70) призначені для визначення лінійних розмірів резервуарів і виміру висоти рівня нафтопродуктів. У них застосовують гнучкі металеві рулетки 3-го класу точності типу РЗ (ДСТ 7502-89) довжиною 10, 20, 30 м із шириною стрічки 10...12мм (РЗ -10, РЗ-20 і РЗ-30) і типу РЛ довжиною 10 і 20 м (РЛ-10, РЛ-20).

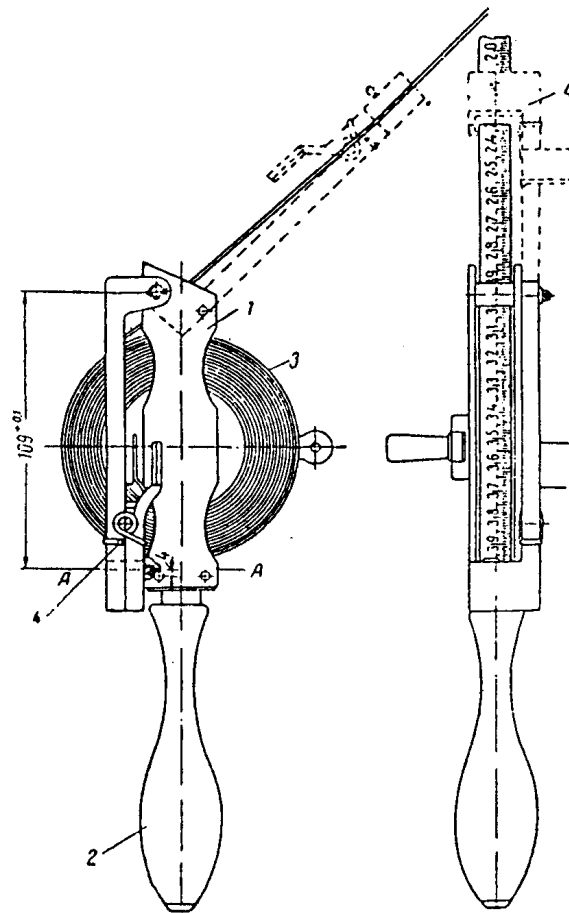


Рис. 4.70. Камерна рулетка

1 — корпус; 2 — ручка; 3 — мірна стрічка; 4 — очисник для очищення стрічки від нафтопродукту.

Погрішність рулетки не повинна перевищувати величин для рулеток з межами виміру до 10 м — $m \pm 2,5$ мм; для рулеток з межами виміру до 20 м і більш $m \pm 4$ мм.

Лоти (рис. 4.71). Для натягу стрічки рулетки при вимірі взливу нафтопродукту і для прикріплення водочуттєвої стрічки при визначенні взливу підтоварної води застосовують лоти. Найбільш поширені лоти двох типів: циліндричні (монолітні чи порожні) і прорізні. При експлуатації найбільш зручні прорізні лоти, тому що вони легше занурюються в в'язкі нафтопродукти. Виготовляють лоти з сталі або латуні діаметром 40...45 мм і довжиною 300...400 мм. Погрішність лота на всю довжину не повинна перевищувати $m = 0,5$ мм. У верхній частині лота зроблено вушко для кріплення його до рулетки. Рулетки з лотом типів Р10УЗГ і Р20УЗГ поставляються АТ "Метролог", м. Самара; типів ЛРМ-10 і ЛРМ.-20 - Батайским ремонтним заводом.

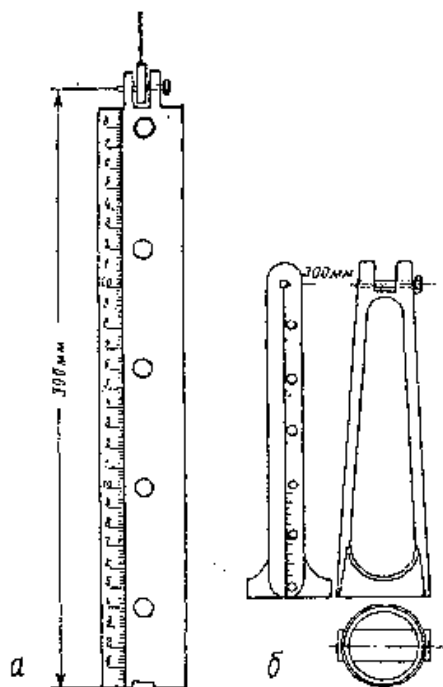


Рис. 4.71. Лоти:

а – циліндричний; б - прорізний

Метроштоки. Для виміру рівня нафтопродуктів у стаціонарних резервуарах висотою до 3 м і автоцистернах застосовують метроштоки.

Метрошток являє собою три з'єднаних цільних або телескопічних ланки сталевих, алюмінієвих тонкостінних труб діаметрами: $D=30$ і $d=28$; $D=27$ і $d=25$; $D=24$ і $d=22$ мм із нанесеними міліметровими поділами. Ціна поділу шкали 1 мм. Припустима погрішність на всю довжину шкали $m = 2$ мм. При визначенні висоти вливу нафтопродуктів ланки труб розсовують і закріплюють механічним способом, для чого на кінцях труб 2-го і 3-ої ланок є засувки з пружинами. Максимальна довжина метроштоку в розгорнутому і фіксованому положенні складає 3,5 або 4,5 м; довжина шкали 3,3 м. Для зручності користування верхня ланка метроштоку обладнана рукояткою. З метою запобігання фрикційного іскроутворення і подовження терміну служби на нижній ланці закріплений наконечник (підп'ятник) з латуні. Конструкція метроштока передбачає можливість заміни наконечника. Раз у два роки знизу в підп'ятника наноситься клеймо з датою перевірки.

Метрошток при вимірі нафтопродукту опускають у резервуар (зондову трубу) через відкритий замірний люк. Опустити метрошток необхідно повільно для того, щоб не схвилювати поверхню нафтопродукту. Для більш чіткого відліку рівня вливу метрошток у місці передбачуваної висоти нафтопродукту натирають крейдою. Замір рівня здійснюється до трьох разів, а в розрахунок приймається середнє його значення. Після кожного виміру метрошток промивають бензином, насухо витирають, злегка змащують мастилом. Зберігати метрошток з метою уникнення його скривлення рекомендується у вертикальному положенні підвішеним у спеціальному коробі, що закривається дверцятами. Метрштоки виготовляють декількох типів: МШР-метрошток розсувний (складний), МШС-1 і МШС-2 – метршток складений (нероз'ємний), МШМ-3,5 – метршток модернізований із твердим закріпленням ланок (Батайський ремонтний завод); МША-А (АТ «Метролог», м. Самара).

Водочуттєві стрічки і пасти. Для визначення наявності підтоварної води в резервуарах застосовують водочуттєві стрічки і пасти.

Водочуттєві стрічки виготовляють шириною 6...7 мм, довжиною

50...70 мм із щільного паперу, покривають водочуттєвим складом, що володіє властивостями розчинятися у воді і не розчинятися в нафтопродуктах. При визначенні підтоварної води стрічку в натягнутому виді прикріплюють за допомогою кнопок до дерев'яних пробок, вставлених у бічні отвори на лоті або в нижньому кінці метрштока. Водочуттєва стрічка витримується в резервуарі при вимірі світлих нафтопродуктів 5...10 хвилин. Замість стрічки можна використовувати водочуттєві пасти, переваги яких полягають у тому, що вони швидко реагують на воду і їх можна наносити тонким шаром товщиною 0,2...0,3 мм безпосередньо на лот чи метрошток перед виміром вливу підтоварної води.

Водочуттєві пасти можуть бути виготовлені одним з наступних способів:

1. Технічний гліцерин (збезводнений) - 65%, негашене вапно - 3,5%, фенолфталеїн - 2,5%, крейда мелена - 29%. Крейда, вапно і фенолфталеїн тонко розтирають у ступці або якому-небудь іншому посуді, потім додають до них збезводнений гліцерин, після чого перемішують їх до густоти пасти. Тонкий шар пасти наносять на лот або метрошток. Через 2...5 секунд у тому місці, де на пасту подіяла вода, вона змінює забарвлення з жовтого кольору на малиновий і дає чітку лінію. Щоб уникнути дії на пасту вологи, яка міститься в повітрі, її варто зберігати в банці з притертою пробкою.

2. Столярний клей (розведений), гліцерин і цукор змішують у рівних частинах по вазі; отриману суміш підфарбовують до потрібної інтенсивності сухою фарбою (сурик, кіновар).

3. 10 г (просіяного) пшеничного борошна замішують з 15 м гліцерину (збезводненого) до кашоподібного стану і додають 10...15 крапель йодної настойки (до ясно-жовтого фарбування). Ця паста готується перед вживанням, тому що при збереженні більше одного дня вона сутеніє і стає непридатною для користування.

Мірники. Для перевірки точності виміру паливо- і мастилороздаточних колонок в процесі експлуатації, а також після ремонту,

при тарируванні резервуарів на АЗС використовуються зразкові металеві мірники (рис. 4.72). Зразкові мірники в залежності від розряду мають наступну місткість (у літрах):

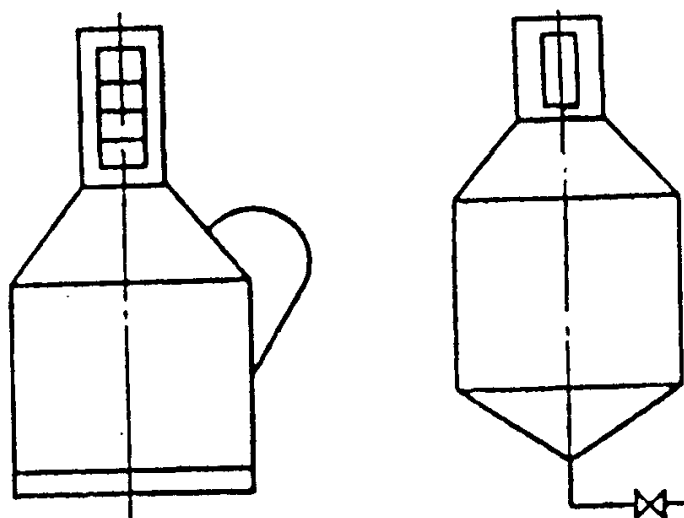


Рис. 4.72. Зразковий мірник II розряду місткістю 10 л (ліворуч), зразковий мірник II розряду місткістю 50 л (праворуч).

<i>Перший розряд</i>	5	10	20	50	100	200	500	1000		
<i>Другий розряд</i>	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000	5000

Припустима відносна погрішність зразкових мірників у межах температури 20 °С: першого розряду $\pm 0,025\%$, другого розряду $\pm 0,1\%$. Мірники виготовляються з іскробезпечних матеріалів: нержавіючих сталей або мідних сплавів; зовнішні і внутрішні поверхні мірників, виготовлених з мідних сплавів, мають захисні покриття. Конструкція мірника забезпечує достатню міцність його при тривалій експлуатації. Мірники місткістю більш 20 л мають захисні огороження, які охороняють їх від ушкодження при транспортуванні й експлуатації: дно мірників місткістю 5 і 10 л виготовляють із зовнішніми ребрами жорсткості у виді хрестовини, нижній край їх корпусу підсилюється бандажем розміром 20 × 2 мм. Рамки оглядових стекол і пластини шкали мірників виготовляються з мідних сплавів, і, як правило, їх поверхня хромується або нікелюється.

На корпусі мірника кріпиться табличка, на яку наноситься маркірування: товарний знак підприємства-виготовлювача; напис -

"Зразковий мірник"; розряд мірника; напис "місткість... при температурі 20 °С"; номер мірника за системою нумерації заводу-виготовлювача; рік випуску. Мірники, що задовольняють вимогам ДСТ, підлягають таруванню органами Держстандарту. Клеймо наноситься на один із гвинтів, що перешкоджають переміщенню рамки оглядового скла і шкальної пластини.

В залежності від продуктивності колонок, що перевіряються, застосовують мірники різної місткості: при номінальній продуктивності колонок, яка дорівнює 25, 40 і 60 л/хв - місткістю 10, 50, 100 л; при номінальній продуктивності колонок 100-160 л/хв - місткістю 20, 100 л; при номінальній продуктивності колонок більш 250 л/хв - місткістю 50, 100 л.

Зразкові мірники підлягають періодичній перевірці не рідше одного разу в рік. Зразкові мірники другого розряду 5; 10; 50 і 100 л (рис. 4.74), які застосовуються для перевірки паливороздаточних колонок в процесі експлуатації, мають 3 оціночні шкали, з яких середня позначає номінальну місткість мірника, а верхня і нижня — відхилення від неї, що відповідають погрішності колонки ($m = 0,5\%$ від номінальної місткості мірника).

Нафтоденсиметр (рис. 4.73) призначений для визначення питомої ваги нафтопродуктів. Нафтоденсиметр – це скляна трубка перемінного діаметра оснащена баластною камерою в нижній частині стрижня. У стрижні розміщується шкала з розподілами.

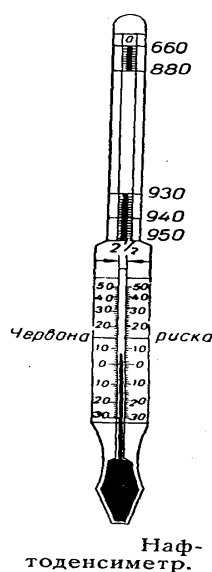


Рис. 4.73. Нафтоденсиметр

Баластна камера заповнена свинцевим дробом постійної ваги, для того, щоб нафтоденсиметр мав можливість плавати в рідині у вертикальному положенні. У тілі нафтоденсиметра в нижній стовщеній частині впаяний термометр із ціною поділу 1°C , що дозволяє одночасно з визначенням щільності визначати температуру нафтопродукту.

Нафтоденсиметр виготовляють двох типів: ДН-1 з ціною поділу шкали $0,0005 \text{ г/см}^3$ і границями виміру від $0,650$ до $1,070 \text{ г/см}^3$ (набір із семи нафтопродуктів) і ДН-2 з ціною поділу $0,001 \text{ г/см}^3$ (набір з п'яти нафтопродуктів).

Для визначення питомої ваги чистий і сухий скляний циліндр або пробозабірне цебро заповнюють нафтопродуктом і опускають у нього нафтоденсиметр, підтримуючи його за верхню частину. Після того, як нафтоденсиметр заспокоїться і буде вільно плавати в середині циліндра, визначають цифри шкали, до якої занурився нафтоденсиметр. Глибину занурення визначають за верхньою границею рідини, що знаходиться на рівні очей спостерігача.

Обсяг нафтопродукту в резервуарі, що відповідає визначеному вливу, визначають по градувальними (каліброваними) таблицях і потім шляхом множення на щільність переводять у вагові одиниці. Градувальна таблиця є документом на підставі якого здійснюється облік нафтопродуктів.

Градування резервуарів необхідне тому, що в процесі експлуатації резервуари через різний ряд деформацій і зовнішніх впливів змінюють свою місткість (ємкість). Це може бути деформованість корпусу і днища резервуара, нахил резервуару тощо. Тому градувальна таблиця, складена на заводі-виготовлювачі, втрачає свою значимість.

Відповідно до Методичних вказівок МІ 1823-87 "Місткість сталевих вертикальних циліндричних резервуарів" і ДСТ 8.346-79 "Резервуари сталеві горизонтальні. Методи і засоби перевірки", градування резервуарів може здійснюватися об'ємним або геометричним (розрахунковим) методами, а також допускається комбінація цих методів. Для градування резервуарів

заправних станцій звичайно використовується перший метод, як більш точний. Другий метод застосовується, як правило, для резервуарів великої місткості і правильної геометричної форми.

Об'ємний метод калібрування здійснюється шляхом зливу в очищений від бруду і відкладень резервуар, що підлягає калібруванню, послідовних доз рідини (води), обмірюваних зразковими мірниками другого розряду або лічильниками рідини, з наступним виміром рівня рідини після зливу кожної дози.

Об'ємний метод градуювання, який дозволяє здійснювати градуювання з великою точністю, може застосовуватися для будь-якої форми резервуарів і при будь-яких способах їх установки. Температура води в процесі градуювання не повинна коливатися більш ніж на 10°C. Точність градуювання об'ємним методом залежить від правильного вибору мірників, тобто необхідно місткість мірників погоджувати з місткістю градуйованого резервуара.

Результати послідовних вимірів кількостей рідини, що наливаються в резервуар або зливаються з нього, і одночасного виміру висот рівнів у резервуарі записують у таблицю фактичних вимірів, що складає з трьох граф. У першу графу записують порядковий номер виміру, у другу - кількість рідини в наростаючому підсумку, а в третю - висоту наповнення також у наростаючому підсумку. Для складання градувальної посантиметрової таблиці необхідно за даними таблиці фактичних вимірів побудувати графік, що виражає залежність обсягу резервуара від його висоти. Для цього на міліметровому папері наносять осі координат. По осі ординат відкладають точки, що відповідають обсягу рідини, наливої в резервуар, а по осі абсцис - відповідні їм висоти рівня. Ці точки з'єднують плавною кривою. За даними графіка складається посантиметрова градувальна таблиця. При визначенні градуювання резервуарів об'ємним методом виконуються наступні операції. За даними технічної документації (діаметру і висоті резервуара) здійснюється попередній розрахунок повної і сантиметрової місткості резервуара для

одержання вихідних даних при настроюванні установки для градуювання. Після цього визначають місткість "мертвої" порожнини шляхом її повного заповнення рідиною і виміру вихідного рівня. Потім приступають до безпосереднього градуювання резервуара, заповнюючи його рідиною, вимірюючи її обсяг і рівень після подачі кожної або декількох доз. У якості градувальної рідини може бути використаний нафтопродукт із сусіднього резервуара за умови строгого дотримання правил пожежної безпеки.

Градування резервуара з використанням зразкових мірників і зразкового рівнеміра здійснюється в такий спосіб. Зразкові мірники 2 (рис. 4.74) наповняють водою з водопроводу або резервуара 7 за допомогою насоса 6, регулюючи режим потоку кранами 3.

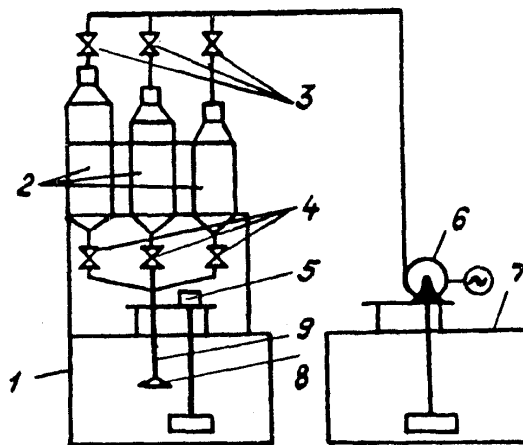


Рис. 4.74. Схема градування резервуарів об'ємним методом з використанням зразкових мірників і зразкового рівнеміра

1 - градуваний резервуар; 2 - зразкові мірники; 3,4 - крани мірників;
5 - рівнемір; 6 – насос; 7 - допоміжний резервуар; 8 - розширник струменя з магнітним наконечником; 9 — лінія подачі води.

Потім, припинивши подачу води, зливають з мірників у градуваний резервуар таку дозу, при якій рівень води в ньому піднімається на висоту 10 мм. Після цього злив води припиняють і за мірником підраховують обсяг дози, що надійшла в резервуар. Подачу другої і наступної доз здійснюють у такому ж порядку з одночасним виміром висоти й обсягу через кожні 10 мм підйому рівня.

Наповнення роблять до рівня, що відповідає номінальній місткості резервуара. При підході рівня до розширника струменя 8 останній піднімають вище і закріплюють за допомогою магнітних наконечників до внутрішньої горловини резервуара. Результати вимірів висоти рівня й обсягу води, що надійшла в резервуар, заносять у журнал.

Відповідно до рекомендацій МІ 1823-87, погрішності вимірів параметрів сталевих вертикальних циліндричних резервуарів не повинні перевищувати припустимих норм, зазначених у таблиці 4.34.

Таблиця 4.34. Норми точності вимірів при об'ємному методі градуювання

Вимірюваний параметр	Границя погрішності вимірюваного параметру резервуара місткістю до 5000 м ³
Об'єм рідини при градуюванні	±0,1%
Об'єм рідини при визначенні місткості "мертвої" порожнини	±0,25%
Рівень рідини	±2мм

Геометричний метод полягає у визначенні місткості резервуара виміром його геометричних розмірів і проведенням розрахунків для одержання градуювальної характеристики. Основною умовою цього методу градуювання є правильна геометрична форма резервуара, що дозволяє провести виміри і розрахувати місткість за результатами вимірів з необхідною для практичних цілей точністю. Для резервуарів місткістю більш 5000 м³ він є не тільки єдиним практично реалізованим, але й найбільш точним.

Фірмою PLMS (Великобританія) запропоновано використовувати для градуювання резервуарів, що мають дефекти конструкції (вм'ятини, вигини, нахили), лазерний електронно-оптичний далекомір, широко застосовуваний у топографії і геодезії. За допомогою світлового променя

низької інтенсивності від лазерного діода визначають тривимірні координати простору, зайнятого резервуаром. Усі розрахунки проводяться за допомогою ЕОМ, для чого передбачене спеціальне програмне забезпечення для обробки даних, отриманих у ході вимірів.

В даний час для градуювання резервуарів місткістю до 100 м³ широко використовуються пересувні установки. В Росії розробили установку «ТОКАР» для проведення комплексних робіт з метрологічного контролю вимірювального устаткування АЗС: паливороздаточних колонок, резервуарів, автозаправників, мірників. У комплектацію «ТОКАР» входять лічильники обсягу рідини, перетворювач рівня типу "Струна-М", насосний агрегат, перетворювач температури палива для лічильника рідини, бортовий комп'ютер із принтером, електронний блок керування й інше устаткування. Пересувна установка дозволяє швидко і якісно провести метрологічне обслуговування АЗС: градуювання резервуарів і перевірку засобів вимірювання.

4.7. Техніка безпеки, пожежевибухобезпечність і охорона навколишнього середовища при роботі з ПММ

4.7.1 Вплив палив і мастил на людину.

При експлуатації сучасної техніки застосовується великий асортимент палив, мастильних матеріалів, гідравлічних масел і рідин, з специфічними фізико-хімічними, експлуатаційними і токсикологічними властивостями. Удосконалювання самої техніки і підвищення рівня її технічної готовності привели за останні 10-15 років до кількісної і якісної зміни композицій мастил.

До складу композицій мастил з метою поліпшення їх функціональних властивостей стали вводити токсичні індивідуальні компоненти, що характеризуються визначеними токсикологічними властивостями. До таких компонентів (шкідливих речовин) можна віднести

функціональні присадки, що додаються до основ мастил з метою поліпшення їх протизносної, протизадирної (совол, трикрезилфосфат), захисної (бензотриазол), антиокисної (параоксидифеніламин, феніл-а-нафтіламин іонол) ефективності.

До шкідливих речовин відносяться палива, мастила і спеціальні рідини, що при контакті з організмом людини, у випадку порушення вимог безпеки, можуть викликати отруєння, професійні захворювання або відхилення в стані здоров'я, що виявляються сучасними методами, як у процесі роботи, так і у подальшому житті нинішнього і майбутніх поколінь. Відповідно до ДЕРЖСТАНДАРТУ 121.007-76 за ступенем впливу на організм всі шкідливі речовини поділяються на чотири класи небезпеки: перший - надзвичайно небезпечні; другий - високошкідливі; третій - помірковано небезпечні; четвертий - малонебезпечні. Клас небезпеки шкідливих речовин у залежності від норм і показників встановлений цим стандартом, приведено в таблиці 4.35.

Таблиця 4.35. Класифікація небезпеки шкідливих речовин

Показник	Норма для класу небезпеки			
	1	2	3	4
Гранично припустима концентрація (ПДК) шкідливих речовин у повітрі робочої зони, мг/м ³	<0,1	0,1-1,0	1,1-10,0	>10,0
Середня смертельна доза при введенні в шлунок, мг/кг	<15	15-150	151-5000	>5000
Середня смертельна доза при нанесенні на шкіру, мг/кг	<100	100-500	501-2500	>2500
Середня смертельна концентрація у повітрі, мг/м ³	<500	500-5000	5001-50000	>50000
Коефіцієнт можливого інгаляційного отруєння (КВІО)	>300	300-30	29-3	<3
Зона гострої дії	<6,0	6,0-18,0	18,1-54,0	>54,1
Зона хронічної дії	>10,0	10,0-5,0	4,9-2,5	<2,5

При експлуатації техніки ще застосовуються етиловані бензини. Вони містять у своєму складі етилову рідину, основним компонентом якої є шкідлива речовина - тетраетилсвинець.

Найбільшу небезпеку етиловані бензини представляють при систематичному потраплянні їх на незахищені покрови шкіри та одяг, а також внаслідок їх великої випаровуваності при розливі в закритих невентильованих і маловентильованих приміщеннях. Небезпека отруєння етилованими бензинами може виникнути при зачищенні, ремонті резервуарів і тари, у яких зберігалися ці продукти, їх знешкодженні після зливання, а також при мийці і чищенні деталей та при ремонті двигунів.

До числа мастильних матеріалів, що містять шкідливі речовини, відносяться мінеральні і синтетичні олії: ВНИИ НП 50-1-4Ф, ВНИИ НП 50-1-4у, Б-3В, ПТС-240, ИПМ-10, МН-7,5у, МС-8, Мс-8, осьове північне Сп, гідравлічна рідина 7-50С^Р-3. До складу зазначених олій вводять функціональні присадки (1,5...3,0%), з токсичними властивостями. В залежності від токсичності компонентів палив і мастильних матеріалів вони класифікуються за класами небезпеки, тобто за рівнем гранично припустимої концентрації ПДК у повітрі робочої зони.

Мінеральні масла можуть мати реальну загрозу для здоров'я людини в тих випадках, коли в них містять легкі вуглеводні (бензин, бензол) або коли можливе утворення масляного туману чи масляних парів (при нагріванні, розпилюванні тощо).

Дихальні шляхи і легені людини більш чуттєві, ніж інші органи, до впливу масляних випаровувань і масляного туману. Вдихання масляного туману із зваженими частками від 1 до 100 мкм викликає отруєння. Серед хворих раком легень і бронхів виявлено багато осіб, що тривалий час піддавалися впливу парів або туманів мінеральних масел і їх емульсій. Небезпека отруєння парами або туманами масел сильно збільшується, якщо в олії містяться сірчані з'єднання. При наявності сірки в маслах можуть виникнути умови для утворення сірководню (H_2S), що викликає отруєння з миттєвою втратою свідомості. Токсичність масел виявляється також при частому їх потраплянні на відкриті ділянки тіла, при тривалій роботі в одязі, просоченому маслом. Систематичний контакт з маслом може викликати

гостре або хронічне захворювання шкіри тіла. Найбільш часті фолікулярні поразки шкіри, що представляють собою захворювання волосяних мішечків і сальних залоз. Ці захворювання відомі за назвою масляних чи гасових вугрів, спостерігаються в механіків, токарів, трактористів, шоферів, комірників і інших робітників, що повсякденно мають справу з маслами.

Почастішали випадки ушкодження шкірних покривів (більше всього кистей рук) мастилами, що потрапляють на шкіру під великим тиском. Це спостерігається в гаражах при розпилюванні масел під тиском спеціальними насосами під час випробування дизелів, мастилопроводів. При цьому масло пробиває шкіру і проникає в підшкірну тканину, викликаючи розвиток набряку з болями й онімінням уражених ділянок. У випадку влучення на уражені місця інфекції можуть утворюватися нариви і ділянки омертвіння шкіри. Мастила можуть викликати екзему, дерматити, пігментацію шкіри і навіть більш важке захворювання - утворення бородавкових наростів, що переходять у рак. Токсичні властивості масел підсилюються з підвищенням їх температури кипіння, кислотності, а також із збільшенням вмісту в їх складі ароматичних вуглеводнів, смол і сірчистих з'єднань.

Специфіка роботи з нафтопродуктами висуває особливі вимоги до техніки безпеки при контакті з ними. Токсичність, вибухонебезпечність і легка займистість нафтопродуктів вимагають від усіх працівників, зв'язаних із транспортуванням, збереженням, контролем якості, застосуванням палив і мастильних матеріалів, заправленням техніки, технічним обслуговуванням машин і їх ремонтом, строгого дотримання правил особистої і пожежної безпеки, а також рекомендацій по зниженню рівня забруднення навколишньої атмосфери, ґрунту і водоймищ нафтопродуктами.

Пари нафтопродуктів і самі нафтопродукти можуть уражати органи подиху, травлення, нервову систему і шкіру людини. Незнання властивостей, недбале поводження з нафтопродуктами і невжиття запобіжних заходів при роботі з ними може привести до важких, а іноді і непоправних наслідків. Але

якою б не була велика отруйність нафтопродуктів і небезпека для здоров'я, імовірність їх негативного впливу буде зведена до мінімуму, якщо дотримуватись правил особистої гігієни.

4.7.2 Загальні вимоги з техніки безпеки.

Усі працівники перед надходженням на роботу проходять медичний огляд. Вони повинні вивчити і мати у своєму розпорядженні інструкції з технічної, особистої і пожежної безпеки. Більшість робіт необхідно виконувати в спеціальному одязі і взутті. Необхідно мати захисні пристосування: рукавички, окуляри, маски, протигази й ін. У місцях, де можливе виділення парів нафтопродуктів (заправні агрегати, бензовози, резервуари, що перекачують станції і т.д.), не можна знаходитися у взутті або одязі із сталевими підківками, набійками, пряжками тощо, а також користуватися сталевим інструментом з метою уникнення утворення іскри, яка може спричинити пожежу чи вибух.

Інструмент повинен бути виготовлений з кольорового металу або обміднений.

Вантаж масою понад 20 кг переміщують тільки підйомно-транспортними засобами. Заповнені або порожні бочки піднімають і транспортують спеціальними підйомниками. При відсутності механізованих засобів бочки вручну вантажать тільки перекочуванням. Перенос бочок (скляних сулій) на спині і перед собою незалежно від їх маси забороняється. Категорично забороняється відкривати або закривати пробки, ударяючи по них молотком або іншим інструментом.

Перед початком будь-яких робіт необхідно переконатися в справності електроустаткування і освітлювальної мережі на робочому місці. Не можна виконувати зливальні чи наливні операції падаючим струменем, при відсутності або несправності заземлення, розташовувати устаткування під лініями електропередач і залишати працюючі пристрої та устаткування без догляду. Не можна працювати в закритих приміщеннях, де зберігають

нафтопродукти, при відсутності або несправності притоково-витяжної вентиляції.

При зливанні або наливанні нафтопродуктів у цистерну кришку люка потрібно відкривати обережно, знаходячись з боку руху повітря. Зливні рукави перекачувальних засобів необхідно вводити в люк цистерни повільно, не допускаючи ударів наконечників рукавів об стінки і дно. Наконечник повинний знаходитися в нафтопродукті. Не допускається переповнення ємкостей.

Не дозволяється усувати несправності частин устаткування, що рухаються, і машин під час їх роботи. Необхідно стежити, щоб усі маховики засувки, ручки кранів поверталися легко. Їх варто періодично змазувати і підтримувати в справному стані, не допускаючи підкапування, просочування і течі нафтопродуктів.

До найбільш небезпечних відносяться роботи з ремонту і зачищенню резервуарів. Роботи усередині ємкостей виконують бригадою не менш, ніж із трьох чоловік, причому зачищають або ремонтують тільки один резервуар. Робітника усередині резервуара обслуговують два чоловіки: один стежить за подачею чистого повітря, інший тримає зв'язок із працюючим за допомогою встановленої сигналізації, а у разі потреби надає допомогу. Ремонт, зачищення резервуарів і інших ємкостей виконують у захисному одязі (брзентовий костюм, непромокальні чоботи, гумові рукавички), шланговому протигазі з подачею чистого повітря. Обов'язково надягають рятувальний пояс і прикріплюють до нього мотузку. Перед очищенням чи ремонтом з ємкості цілком зливають паливо і заповнюють її водою, разом з якою видаляються залишки нафтопродуктів. Після цього бажано резервуари пропарювати гарячою водою (70...75 °C).

До робіт допускаються робітники лише після проведення зазначених заходів з ТБ при роботі з ПММ. Робітник усередині резервуара повинний знаходитися 15 хв, а потім 15 хв відпочиває, після чого робітники міняються місцями. Зачищати ємкості від нафтопродуктів дозволяється тільки в денний час. Гострі отруєння парами нафтопродуктів при зачищеннях

резервуарів спостерігаються частіше, ніж в інших випадках поводження з ними.

Етиловані бензини варто використовувати тільки за прямим призначенням - як паливо в двигунах внутрішнього згорання. Не можна застосовувати їх для миття деталей одягу, рук, спалювати в примусах і паяльних лампах, розчиняти гуму, розбавляти лаки і фарби. Особливо обережно варто поводитися з етилованим бензином при його прийомі і відпуску, не допускаючи розливу, підтікань, підкапувань і переповнення баків.

Перевозити етилований бензин у легкових автомобілях і автобусах, а також у кабінах вантажних автомобілів забороняється. Не можна перевозити його в автомобілях разом з людьми, а також з харчовими продуктами і промисловими товарами, упакування яких не гарантує захисту від забруднення етилованим бензином. При ремонті деталей двигуна, що працює на етилованому бензині, обережно видаляють лакові відкладення і нагари органічними розчинниками, після чого приступають до ремонту. Якщо етилований бензин потрапив на шкіру або одяг, його видаляють ватою, змоченою в гасі, потім ретельно промивають шкіру гарячою водою з милом, а одяг провітрюють на повітрі і перуть. На ємкостях, де зберігається бензин (автоцистерни, бочки, каністри, заправні апарати), фарбою повинні бути зроблені написи: "Етилований бензин. Отрута".

Забороняється засмоктувати бензин і дизельне паливо ротом з метою створення сифона для їх переливу, тому що вони можуть потрапити в шлунок і викликати отруєння людини, а їх пари - опіки легень.

Місця, забруднені етилованим бензином, знежирюють хлораміном (3%-й водяний розчин) чи хлорним вапном у виді кашки, яку готують безпосередньо перед вживанням (1 частина сухого вапна на 3-5 частин води). Металеві частини машини та устаткування обробляють 1,5%-им розчином дихлорамину в бензині, або 3%-им розчином хлораміну в гасі.

При отруєнні парами бензину, дизельного палива необхідно негайно винести або вивести потерпілого на чисте повітря, викликати лікаря і надати першу допомогу: при стані порушення забезпечити спокій, дати заспокійливі краплі (валеріанові), при ослабленні подиху або непритомності дати понюхати нашатирний спирт. Після відновлення подиху бажано хворого напоїти міцною кавою.

Якщо нафтопродуктами роздратовані слизові оболонки очей, їх промивають 2%-им розчином соди, холодним чаєм, чистою водою.

З огляду на те, що отруєння організму людини при недбалому поводженні з нафтопродуктами відбувається в основному від парів легколетючих продуктів, не слід зневажати дотриманням необхідних запобіжних заходів при поводженні з маслами і мастилами, що містять токсичні компоненти. При частому поводженні з ними і недотриманні викладених в інструкціях відповідних запобіжних заходів можуть відзначатися і розвиватися захворювання шкіри рук і місць контакту з маслами. Для попередження шкірних захворювань рекомендується застосовувати індивідуальні захисні засоби. Індивідуальні захисні засоби вимагають постійного кваліфікованого огляду. Якщо спеціальний одяг забруднений чи з'явилася необхідність у його ремонті раніше встановленого терміну, хімчистку, прання і ремонт треба робити достроково. При обробці спеціального одягу повинні бути збережені всі його захисні властивості. Спеціальне взуття необхідно регулярно чистити і змазувати.

Відкриті ділянки шкіри при роботі з пально-мастильними матеріалами потрібно захищати профілактичними пастами. Призначає пасту лікар за результатами індивідуальних профілактичних оглядів працюючих.

Для очищення забруднених ділянок шкіри від речовин, важко змиваних водою з милом, застосовують миючі засоби та очисники шкіри. Речовини, що очищають, містять мило, луги, солі і поверхнево-активні речовини, та сприяють видаленню забруднень зі шкіри рук. Для очищення рук від продуктів нафтового походження і інших виробничих забруднень

призначена мазь автолова (ФС 42-303-72). Для миття рук, сильно забруднених змащеннями, іржею, олійними фарбами та іншими речовинами призначена паста "Ралі".

У випадку розливу етилованого бензину обов'язково проводять дегазацію. З цією метою застосовують дихлорамін (1,5%-й розчин у бензині), але найчастіше хлорне вапно у виді кашки (1 частина сухого хлорного вапна на 3-5 частин води). Кашку готують безпосередньо перед застосуванням, причому щоб уникнути її розігрівання обов'язково хлорне вапно додають у воду, а не навпаки. Використовувати для дегазації сухе хлорне вапно не можна: бензин може нагрітися і загорітися.

Працюючі з етилованим бензином забезпечуються спецодягом і іншими засобами індивідуального захисту, у тому числі прогумованими фартухами, гумовими рукавичками, нарукавниками і протигазами марки А (коричнева коробка).

Якщо масла і рідини містять у своєму складі різні функціональні присадки (противозносні, захисні, антиокислювальні, протикорозійні, протипиттингові й ін.) у кількостях від 0,1 до 5% (за масою), то за впливом на організм людини вони є високонебезпечними і небезпечними речовинами. У зв'язку з тим, що присадки (трикрезилфосфат, бензотриазол, феніл-а-нафтиламін та ін.) знаходяться в оліях і рідинах у розчиненому стані, ці олії при температурах навколишнього повітря від мінус 50 до плюс 50 °С при короткочасному впливі на шкіру є малонебезпечними продуктами.

Отруєння маслами з токсичними присадками виникає при тривалому і систематичному впливі їх на незахищені шкірні покриви. Важкі отруєння виникають при вдиханні парів продуктів термічного розкладання масел, що утворюються, як правило, у замкнутих об'ємах і системах техніки в умовах тривалої її експлуатації при підвищених температурах.

Для попередження отруєнь маслами і рідинами з отрутними присадками необхідно дотримувати наступних запобіжних заходів:

- усі роботи при підвищених температурах виконувати в добре провітрюваному приміщенні (витяжній шафі) чи на відкритому повітрі з використанням спецодягу (халат, рукавички, нарукавники і фартух ізольованого типу);

- при потраплянні масел і рідин з отруйними присадками на одяг його необхідно протерти гасом, а потім просушити на відкритому повітрі;

- ремонт гідравлічних і масляних систем проводити тільки при відсутності тиску в них після охолодження двигуна;

- по закінченні робіт промити робочий інструмент гасом і прийняти теплий душ з милом.

З відпрацьованими маслами треба поводитися з великою обережністю, тому що вони вкрай отруйні і небезпечні для шкіри. Щоб уникнути важких наслідків для свого здоров'я робітники повинні дотримуватись наступних елементарних мір:

- уникати по можливості контакту відпрацьованих масел зі шкірою;

- часто мити руки з милом, уникаючи розчинників і абразивних миючих засобів;

- намагатися не тримати в кишенях ганчірки, забруднені змащувальним маслом;

- вчасно змінювати брудний спецодяг.

4.7.3 Правила пожежевибухобезпечності.

7.3.1. Пожежевибухобезпечність паливо-мастильних матеріалів.

Нафтопродукти і зріджені або природні гази при їх транспортуванні, збереженні і видачі можуть змінювати свої фізико-хімічні і термодинамічні властивості, що характеризуються щільністю, токсичністю, в'язкістю, тиском насиченості газів, схильністю нафтопродуктів при русі по комунікаціях накопичувати заряди статичної електрики. Крім цього нафтопродукти і зріджені чи природні гази схильні до самозапалювання, пожеже- і вибухонебезпечні у певних концентраціях з повітрям.

Деякі дані про пожеже- і вибухонебезпечність світлих нафтопродуктів і газів наведені в таблиці 4.36.

Таблиця 4.36. Показники вибухової і пожежної небезпеки

Речовина	Позначення	$t_i, (t_{\text{сп}}),$ $^{\circ}\text{C}$	Межі вибуховості, %		K_{σ}	$D_o,$ $\text{см}^2/\text{з}$
			нижній	верхній		
Н-Бутан C_4H_{10}	ГГ	405	1,8	8,5	1,24	0,0605
Водень H_2	ГГ	510	4,09	80,0	1,24	0,66
Ізобутан C_4H_{10}	ГГ	405	1,81	8,5	1,21	0,0819
Метан CH_4	ГГ	540	5,28	15,4	1,26	0,196
Оксид вуглецю 3	ГГ	610	12,5	80,0	3,3	0,146
Пропан C_3H_8	ГГ	450	2,31	9,5	1,24	0,0977
Сірководень H_2S	ГГ	246	4,00	44,5	1,45	0,141
Етан C_2H_6	ГГ	472	3,07	14,95	1,27	0,212
Бензин	ЛВЖ	(-36)	1,08	-	2	0,0605
Дизельне паливо 3	ЛВЖ	(-35)	0,61	-	2	0,0470
Дизельне паливо Л	ЛВЖ	(40)	0,52	-	2	0,0481

Примітки: 1. Нижня і верхня межі запалення речовини в повітрі приведені при тиску 0,1013 МПа і температурі 293 $^{\circ}\text{C}$.

2. D_o — коефіцієнт безпеки до нижньої межі запалення, застосовується при обчисленні гранично припустимої вибухобезпечної незаймистої концентрації (ЦДВК). Значення відповідають ступеням надійності незапалення суміші, рівної 0,999.

3. D_o — коефіцієнт дифузії в повітрі при тиску 0,1013 МПа і температурі 293 $^{\circ}\text{C}$.

4. ЛВЖ — легкозаймиста рідина, здатна самостійно горіти після видалення джерела запалювання і має температуру спалаху не вище 61 $^{\circ}\text{C}$ (у закритому тиглі).

5. ГГ — палий газ, здатний утворювати з повітрям займисті і вибухонебезпечні суміші при температурах не вище 55 $^{\circ}\text{C}$.

6. t_i — мінімальні зареєстровані температури самозапалювання, $^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{сп}}$ — температура спалаху в закритому тиглі, $^{\circ}\text{C}$.

Масляні пари в суміші з повітрям при наявності іскри або іншого відкритого джерела вогню вибухонебезпечні. Відомі випадки, коли масляні пари вибухали в картерах двигунів внутрішнього згорання, викликаючи руйнування деталей, пожежу і травми обслуговуючого персоналу.

Для всіх мінеральних масел реальна небезпека утворення вибухонебезпечних концентрацій масляних парів виникає при нагріванні масел у закритій ємності понад 100 $^{\circ}\text{C}$. Але треба знати, що якщо в маслі виявиться невелика кількість палива, то при нагріванні такого масла може утворюватися вибухонебезпечна концентрація і при температурі нижче 100

⁰С. У картері двигуна, як правило, завжди міститься домішки палива в маслі, і тому вибухонебезпечна концентрація парів може утворюватися практично при будь-якій температурі.

На пожеже- і вибухобезпеку при транспортуванні і перекачуванні великий вплив робить здатність нафтопродуктів до накопичення статичної електрики, тобто здатність їх отримувати електричний заряд при терті, розпиленні та ударах об тверду поверхню. Це явище має місце, коли при перекачуванні рідини по трубах, рукава, при заповненні резервуарів автомобільних цистерн (АЦ) і паливозаправників (ТЗ) швидкість руху рідини досягає 0,9 м/с і більш.

Негативний заряд потоку рідини, що рухається, викликає утворення на стінках металевої труби однакового за напрямком позитивного заряду. Якщо металева труба ізольована від землі, то при припиненні руху виникає іскровий розряд, що може бути причиною виникнення вибуху або пожежі в устаткуванні автомобільних цистерн (паливозаправниках).

Особливо інтенсивно проходить процес електризації при наявності механічних домішок у паливі, при переході палива з ламінарного режиму руху в турбулентний, при русі його по трубопроводах, що мають шорсткість внутрішніх поверхонь.

Іскрові розряди значно підсилюються і накопичуються при наявності на стінках трубопроводів і днищах резервуарів автомобільних цистерн загострених предметів (окалин, болтів гайок), а також предметів, що плавають на поверхні рідини (ганчірок, листів, бруду тощо). При русі автомобільної цистерни (паливозаправника) з паливом заряди статичної електрики також можуть накопичуватися на стінках судин. При промиванні нафтоналивних резервуарів водою під великим тиском заряди утворюються на кінцях рукавів, стінках резервуара та на інших металевих частинах, що приводить до іскроутворення і створює небезпеку вибуху, якщо ємкість була заповнена парами нафтопродукту.

Основними вражаючими факторами аварій з пожежами і вибухами в загальному випадку є:

- для пожеж:
 - полум'я та іскри;
 - підвищення температури навколишнього середовища;
 - токсичні продукти горіння і термічного розкладання;
 - дим;
 - знижена концентрація кисню;
 - осколки, частини резервуарів, що зруйнувалися, апаратів, агрегатів, установок, конструкцій;
 - токсичні речовини і матеріали, що вийшли із зруйнованих апаратів і установок;
- для вибухів:
 - ударна хвиля;
 - обвалення устаткування, комунікацій, конструкцій будинків і споруджень і розліт їх осколків;
 - утворення при вибуху і (чи) вихід з ушкоджених апаратів шкідливих речовин, що містяться в них, з підвищенням змісту пар цих речовин у повітрі до значень, що перевищують гранично припустимі концентрації.

Слід зазначити що багато з перерахованих вище факторів характерні для приміщень і будинків і не істотні для відкритих площадок, на яких розміщується найбільше пожежевибухонебезпечне устаткування заправних пунктів (ПЗП). Для відкритих площадок ПЗП становить інтерес аналіз наступних параметрів:

- площі розтікання палива при потоках;
- розмірів вибухонебезпечних зон, що утворюються при випарі ЛЗР;
- надлишкового тиску в ударній хвилі при вибуху пароповітряної хмари;
- теплового випромінювання пожеж і витоків "вогневих куль";

- надлишкового тиску в ударній хвилі при фізичному вибуху судини з перегрітою рідиною в режимі BLEVE;
- осколків, що утворюються при руйнуванні судин.

Аналіз опублікованих у науковій літературі досліджень витоків ЛЗР на різні поверхні показує, що питома площа витоків приблизно дорівнює 0,15 м²/л, а розміри вибухонебезпечних зон і зон ураження ударною хвилею і тепловим випромінюванням досягають у деяких випадках десятків і сотень метрів. За даними про аварії, що мали місце, осколки від судин (резервуарів) можуть розлітатися на відстань до 1000...1200 м.

7.2.2. Забезпечення пожежевибухобезпеки при роботі з ПММ.

Заряди статичної електрики, накопичуючись в ємкості (резервуарі, цистерні), створюють значні потенціали, що може привести до виникнення іскрового розряду, а отже, і до пожежі. Запобігають виникненню розрядів статичної електрики, застосовуючи заземлення всіх ємкостей. В процесі експлуатації контролюють їх справність.

З метою запобігання виникнення пожеж під час зливання нафтопродукт у резервуари, автоцистерни і цистерни перед зливанням заземлюють. Оператор-заправник і водій автомобіля-цистерни повинні знаходитися біля резервуара до повного зливу нафтопродукту. На всій території паливозаправного пункту забороняється курити, усувати несправності в системі запалювання карбюраторних двигунів або виконувати які-небудь інші роботи пов'язані з ремонтом транспортних засобів. Відстань між автомобілем, що знаходиться позаду, за ним, повинна бути не менш 3 м, а відстань між наступними автомобілями — не менш 1 м.

Автомобілі заправляють при непрацюючому двигуні. Під час грози заправлення автомобілів і злив нафтопродуктів у ємкості не допускаються. До повного завершення заправлення паливних баків автомобіля водій повинен знаходитися безпосередньо біля паливного бака, що заправляється, і роздавального крана.

На зовнішніх поверхнях наземних резервуарів і цистерн повинні бути добре видні написи "Вогненебезпечно", "Не курити". ПЗП повинен бути укомплектований засобами пожежегасіння, кількість яких визначають (табл. 4.37) виходячи з наявності паливозаправних колонок. Елементи паливозаправних засобів повинні бути в технічно справному стані, а рухомі засоби заправлення укомплектовані іскрогасником на вихлопній трубі глушника. Це в однаковій мірі відноситься і до автомобілів-цистерн.

Таблиця 4.37. Номінальне число засобів пожежегасіння на ПЗП

Число	Число вогнегасників	Число шухляд із сухим піском	Число покривал
2	4	2	1
3	5	3	1
4	6	4	1
Більше 4	Не менше трьох, на кожні два стовпчики	По одному на кожен стовпчик	По одному на два стовпчики

Примітка: на кожні два резервуари для палива повинне бути два десятилітрові відра і дві лопати.

При виконанні зливних і заправних операцій, перекачуванні палива з однієї ємкості в іншу стежать, щоб не допустити витоків палива на площадку, підлогу тощо. Місця витоків палива посипають шаром сухого піску або сухих обпилювань. Після протирання дані матеріали виносять за межі території ПЗП і утилізують. Ефективним засобом видалення пролитого бензину є 3%-ий водяний розчин хлорного вапна що наносять у виді тонкого шару на місце витоків. Однак варто врахувати, що з метою уникнення запалення пролитого бензину не допускається застосовувати хлорне вапно в сухому виді.

Територію ПЗП огорожують забором висотою не менш 2,1 м, а при озелененні території саджають тільки листяні породи, причому не ближче 5 м від резервуарів і стовпчиків. Проїзну частину території ПЗП будують із твердого покриття. Крім цього її обладнують аварійними стоками

відкритого типу і колодязями з ямами-пастками для збору нафтопродуктів, які раптово розлилися.

Пожежі на ПЗП можуть виникати і від несправності електропроводів, по яких подається напруга до електродвигунів і приладів освітлення. У цих випадках особливо важливо, щоб вибухозахисні пристрої не мали механічних ушкоджень. Не допускається опалення будинку ПЗП електронагрівальними приладами, які не виконані у вибухозахисному виконанні.

На ПЗП автотransпортні засоби заїжджають своїм ходом при швидкості руху до 5 км/год, дотримуючись при цьому вищенаведеної дистанції від автомобіля, що заправляється.

Категорично забороняється заправляти транспортні засоби, якщо в них знаходяться пасажирів або якщо вони завантажені легкозаймистими матеріалами (сіном, бавовною тощо).

При загоранні рідких нафтопродуктів забороняється, користуватися для їх гасіння водою, тому що щільність нафтопродуктів менше щільності води, і тому запалене паливо буде спливати на поверхню води, не зменшуючи при цьому інтенсивність горіння. Полум'я на поверхні палива в резервуарах і паливних баках гасять, герметично закривши люки і кришки заливних горловин, а з зовнішньої поверхні — використовуючи пісок, азбестові матеріали, вогнегасники, брезенти, бавовняні тканини. Воду застосовують у складі спеціальних піноутворюючих речовин, у виді повітряно-механічної піни, що виготовляється пожежними машинами.

Одяг, що зайнявся на людині гасять, накинувши на осередок горіння повітронепроникну тканину, а інші ділянки одягу рясно змочують струменем води.

До початку проведення будь-яких робіт, пов'язаних з відкритим вогнем і утворенням іскор, відповідальний за виробництво знайомиться з даними аналізу повітря на змісті вибухонебезпечних концентрацій випаровувань, а також визначає місце розташування зварювального

устаткування. У місцях розташування зварювального устаткування і проведення зварювальних робіт не повинна проникати парово-повітряна суміш нафтопродуктів. Забороняється переносити проводи від зварювальних апаратів, що знаходяться під напругою, залишати включеним електрозварювальний апарат у відсутності електрозварника, зварювати деталі, на яких не висохла фарба.

Паливозаправний пункт повинен бути захищений від ударів блискавки. Блискавкозахист виконують у вигляді окремих стрижневих блискавковідводів зі струмовідводами, яких повинно бути не менш двох. Опори (стрижні) блискавковідводів виготовляють із залізобетону, дерева, заліза. Блискавкоприймачі виготовляють з будь-якої марки стали та оброблюють антикорозійними засобами. З'єднання блискавкоприймачів зі струмовідводами здійснюють електрозварюванням.

Суть гасіння палаючих нафтопродуктів полягає в ізолюванні полум'я палаючого нафтопродукту від кисню, що знаходиться в повітрі. Гасіння ведуть за допомогою наступних засобів: інертних газів, водяної пари, хімічної піни, повітряно-механічної піни, порошкоподібних речовин, піску тощо. Інертний газ і водяну пару використовують у тих випадках, коли пожежа виникла в закритому приміщенні або в не цілком заповненому резервуарі. У цих випадках інтенсивне заповнення газом або парою простору над полум'ям дозволяє зупинити процес горіння.

Хімічна піна являє собою бульбашки вуглекислого газу, покриті найтоншою водяною плівкою. Повітряно-механічну піну одержують, змішуючи в спеціальних пінагенераторах 0,4...0,2% пінопорошку, 9,6...9,8% води і 90% повітря. Пінопорошок містить 50% сірчаноокислого глинозему, 45% двовуглекислої соди і 5% лакричного екстракту.

Пісок — найпоширеніший засіб для гасіння пожежі. Його зберігають у шухлядах із кришками, що запобігають потрапляння вологи і сміття. При відсутності піску можна використовувати ґрунт, а для невеликих вогнищ полум'я — ковдри, мішковину, покривала з асбестониткової тканини.

4.7.4 Заходи з охорони навколишнього середовища

Джерела забруднення навколишнього середовища. Проблема забруднення навколишнього середовища набула особливої гостроти в сучасний період науково-технічної революції, що характеризується високими темпами росту виробничих сил. Одним з найбільш розповсюджених джерел забруднення навколишнього середовища є моторні транспортні і робочі засоби, а також підприємства по їх обслуговуванню.

Стаціонарні і пересувні засоби доставки, збереження і розподілу нафтопродуктів і зріджених газів також стали джерелами забруднення водяного і повітряного басейнів. Негативний вплив цих засобів на навколишнє середовище виявляється в більшій мірі у великих містах з високою щільністю забудови і значною концентрацією автотранспорту, причому потенційна небезпека цього впливу зростає. Питома вага автозаправних станцій у загальній емісії забруднення атмосферного повітря в найбільших містах деяких країн досягає 10%. Наприклад, за даними токійського бюро по боротьбі із забрудненням на частку ПЗП припадає більш 7% вуглеводнів, що викидаються в атмосферу міста. За даними США на ПЗП Лос-Анджелесу щодоби викидається в навколишнє середовище більш 2000 т вуглеводнів.

Питанням впливу паливозаправних станцій і автомобільного транспорту на навколишнє середовище і розробці методів його захисту приділяється значна увага в нашій країні і за рубежом. Основними джерелами забруднення навколишнього середовища при роботі стаціонарних і пересувних засобів заправлення є викиди токсичних речовин у навколишній простір.

Фактори, що впливають на ступінь забруднення навколишнього середовища, дуже різноманітні і найчастіше взаємозалежні. За характером дії джерела забруднення можна розділити на дві групи — постійні і випадкові.

До першої групи відносяться: витиснення парів нафтопродуктів і зріджених газів з резервуарів при їх заповненні («великі подихи»); витиснення парів нафтопродуктів і зріджених газів з паливних баків автомобілів при їх заправленні («малі подихи»); витиснення, що виникають в результаті добових змін температури в газовому просторі резервуарів; витиснення при вентиляції резервуарів внаслідок їх недостатньої герметичності; з вихлопними газами автомобілів.

До другої групи відносяться: витоки нафтопродуктів при переповненні автоцистерн і заправників, паливних баків автомобілів і при зливі нафтопродуктів у резервуари ПЗП, нафтобаз та складів споживачів; витоки при обслуговуванні і ремонті технологічного устаткування, стаціонарних і пересувних засобів; аварійні витоки тощо. Забруднення атмосферного повітря при роботі стаціонарних і пересувних заправних засобів у поєднанні з концентрацією на території ПЗП значного числа автотранспорту визначають два основних види шкідливих речовин: вуглеводні (пари бензину) і гази автомобілів, що відробили, основним компонентом яких є окис вуглецю.

Дослідження температурного режиму газового простору підземних резервуарів на деяких стаціонарних ПЗП показали, що амплітуда коливань добових температур у них дуже незначна. Крім того, коефіцієнт оборотності резервуарів ПЗП дуже високий, інтервал між їх заповненням не перевищує 2 доби. Тому викиди в атмосферу вуглеводнів від «малих подихів» практично відсутні. Одночасно було помічено, що для технічно справних резервуарів при правильній їх експлуатації викиди від вентиляції мають місце тільки при відкриванні зондової труби для вимірів рівня нафтопродуктів. Отже, основними джерелами забруднення атмосферного повітря ПЗП є «великі подихи» і викиди парів з паливних баків автомобілів при заправленні. Кількість пароповітряної суміші, що викидається при «великих подихах», залежить від фізико-хімічних властивостей нафтопродукту, температурного

режиму резервуарів, ступеня їх заповнення, глибини закладення, типу дихальної апаратури та інших факторів.

Викиди з паливних баків автомобілів і тракторів при заправленні відбувається внаслідок витиснення в атмосферу пароповітряної суміші, насиченої вуглеводнями. Вихлопні гази автомобілів і тракторів містять велику кількість різних хімічних сполук, серед яких особливий інтерес, з гігієнічної точки зору, представляють вуглеводні та окис вуглецю. Якісний і кількісний склад вихлопних газів залежить від ряду факторів: типу двигуна, його конструкції і технічного стану, потужності, режиму роботи, виду застосовуваного палива. Існує істотна різниця у вмісті токсичних компонентів вихлопних газів карбюраторних і дизельних двигунів. При порівняльних випробуваннях однакових за технічними характеристиками машин, що працюють на бензині і зрідженому (стиснутому) газі, були встановлені значні переваги останніх у відношенні вмісту токсичних речовин у вихлопних газах. Дуже істотний вплив на вміст окису вуглецю і вуглеводнів у вихлопних газах оказує режим роботи двигуна.

Джерелами забруднення ґрунту і водоймищ поблизу ПЗП є в основному витoki нафтопродуктів (джерела другої групи). Витoki нафтопродуктів при заправленні відбуваються в результаті переповнення паливних баків автомобілів і складають близько 50% усіх витоків, що проливаються на ПЗП нафтопродуктів. Їх обсяг залежить від кваліфікації і дисципліни персоналу ПЗП і водіїв, а також від ряду технічних і технологічних параметрів, причому останні підкоряються визначеній залежності. Витoki нафтопродуктів при зливi в резервуари ПЗП зосереджуються, як правило, у зливних колодязях, руйнують їх і проникають у ґрунт. Кількість нафтопродуктів, що проливаються, залежить від частоти і швидкості зливу, герметичності і надійності зливного устаткування і кваліфікації персоналу.

Витoki нафтопродуктів при несправності устаткування, його технічному обслуговуванні і ремонті займають значне місце в загальній

картині забруднення ПЗП навколишнього середовища. Витоки з гідравлічних систем заправного устаткування найчастіше відбуваються в результаті зносу ущільнювальних деталей. При технічному обслуговуванні і ремонті устаткування також неминучі витoki через недосконалість конструкції окремих вузлів. Особливу небезпеку представляють витoki нафтопродуктів при порушенні герметичності резервуарів ПЗП внаслідок корозії. Розміри цих витоків можуть бути дуже великі. Це пояснюється в першу чергу тим, що виявляються вони не відразу і запобігти їх виникненню вкрай важко, тому що існуюча конструкція горизонтальних резервуарів і технологія їх монтажу практично не дозволяють робити періодичні огляди і здійснювати контроль ступеня корозії їх стінок і днища.

Засоби і методи зменшення забруднення атмосферного повітря.

Для зменшення забруднення навколишнього атмосферного повітря ПЗП викидами токсичних речовин у нашій країні і за рубежом розроблений ряд технологічних, організаційних і технічних заходів.

Одним з основних заходів щодо зменшення забруднення атмосферного повітря парами нафтопродуктів ПЗП є повернення в резервуар автоцистерни або заправника пароповітряної суміші, що викидається при «великих подихах». Принцип роботи закільцьованої системи дуже простий. Горловину автоцистерни за допомогою рукава і спеціального пропускного клапану з'єднують з вентиляційним трубопроводом резервуарів ПЗП. Пароповітряна суміш, що витісняється з резервуарів при зливі нафтопродуктів, повертається в автоцистерну, що спорожняється. На нафтобазі при заповненні автоцистерни нафтопродуктами ця пароповітряна суміш витісняється в конденсатори для відновлення з її бензину. Така система дозволяє відновлювати 80...90% бензину, що міститься в парах, які викидаються при «великих подихах». Крім того, при закільцюванні газового простору резервуарів ПЗП і автомобільної цистерни час зливу нафтопродуктів скорочується на 18...20%. Незважаючи на високу ефективність, ця система не одержала поширення в Україні. Це пояснюється

тим, що виникає необхідність обладнання всього парку автоцистерн і резервуарів автозаправних станцій спеціальними пристроями, а це пов'язано із збільшенням числа операцій при зливі нафтопродуктів.

Іншим ефективним способом зменшення викидів токсичних речовин в атмосферу є застосування газової обв'язки резервуарів ПЗП. Для цього газові простори груп резервуарів, зайнятих автобензинами, з'єднують трубопроводами в єдину газозрівнюючу систему, що сполучається з атмосферою через дихальний клапан. Умовою ефективності такої системи є:

$$p_z > p_2 < p_k,$$

де p_z — мінімальний гідростатичний тиск стовпа рідини при зливі;

p_2 — тиск у газозрівнювальній системі наприкінці зливу;

p_k — надлишковий тиск, при якому спрацьовує дихальний клапан.

Тиск наприкінці зливу визначають з рівняння:

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_1}{V_2}, \text{ звідки } \rightarrow p_2 = \frac{p_1 V_2}{V_1}. \quad (4.4)$$

де p_1 — тиск у газозрівнювальній системі до зливу нафтопродуктів;

V_1 — газовий об'єм групи резервуарів, підключених до газозрівнювальної системи, до зливу;

p_2 — тиск у газозрівнювальній системі при закінченні зливу нафтопродуктів;

V_2 — газовий обсяг групи резервуарів, підключених до газозрівнювальної системи, після зливу.

Однак практично неможливо домогтися ефективної роботи газозрівнювальної системи, що містить у собі широко розповсюджений у даний час на ПЗП дихальний клапан СМДК-50 розрахований на надлишковий тиск у 0,002 МПа. Гарні результати дає використання в

газозрівнювальній системі дихального клапана підвищеного тиску, який розроблений фахівцями НПО-АЗТ Госкомнефтепродукта Росії і розрахований на надлишковий тиск 0,015 МПа. Така система дозволяє в більшості випадків уникнути викидів від «великих подихів».

Становлять інтерес проведені на деяких автозаправних станціях Японії випробувань системи регенерації парів бензину безпосередньо на ПЗП (рис. 4.75).

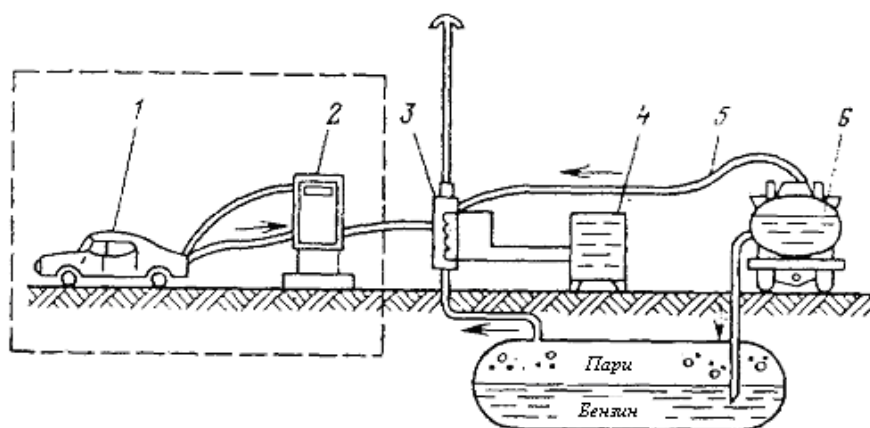


Рис. 4.75. Схема установки регенерації парів бензину:

1 — автомобіль; 2 — стовпчик; 3 — вентиляційна труба; 4 — конденсатор з холодильною камерою; 5 — рукав; 6 — автомобільна цистерна.

У ній здійснюється відвід у конденсатор парів бензину з резервуарів ПЗП автоцистерн і паливних баків автомобілів. Проходячи через компактний конденсатор з холодильною камерою, встановлений на вентиляційній трубі, пари конденсуються і зріджений бензин стікає в резервуар. Незважаючи на високу ефективність цієї системи вона не знайшла широкого застосування на ПЗП через відносну складність установки і необхідності уніфікації горловин паливних баків автомобілів різних марок.

Крім засобів запобігання і зменшення викидів токсичних речовин за рубежем застосовують також засобу очищення забрудненого атмосферного повітря на ПЗП. Австрійською фірмою «Швельм-Штрагер» розроблена газоочисна установка, виконана у формі звичайного заправного стовпчика.

Установка складається з блоку керування та індикації, вентиляційного агрегату продуктивністю 1200 м³/год і контейнерів-фільтрів ємкістю 100 л заповнених абсорбуючою речовиною. При роботі установки (рис. 4.76) забруднене повітря з порожнин стовпчиків і навколишнього простору всмоктується через спеціальні канали, прокладені в заправному острівці і пропускається через фільтр. В якості абсорбуючої речовини використовують активоване вугілля (суперсорбон WSIV), що володіє сильними сполучними властивостями і здатний вбирати в себе до 7 м вуглеводнів на 100 м власної ваги. Очищене у такий спосіб повітря виходить в атмосферу через канал, розташований у верхній частині установки. Концентрація токсичних речовин в очищеному повітрі не перевищує 1,2 мг/м³, що нижче ПДК.

За даними фірми повне насичення фільтра установки в умовах середнього завантаження ПЗП, відбувається через 3...4 місяці, отже заміну його можна робити при профілактичному обслуговуванні устаткування автозаправної станції. Фірмою розроблені різні модифікації газоочисної установки: працюючої синхронно з паливороздавальними колонками, що сигналізує оператору ПЗП про повне насичення фільтра і станції та що відключає заправне устаткування при його повному насиченні.

Надзвичайно важливою є проблема зниження токсичності і кількості вихлопних газів автомобілів. Над її вирішенням посилено працюють у нашій країні і за рубежом, ведуться широкі дослідження із створення спеціальних присадок до палива і застосування різних типів нейтралізаторів.

Однак на сьогодні основним заходом по зниженню забруднення навколишнього середовища вихлопними газами залишається утримання автомобілів у технічно справному стані і регулювання їх системи подачі палива.

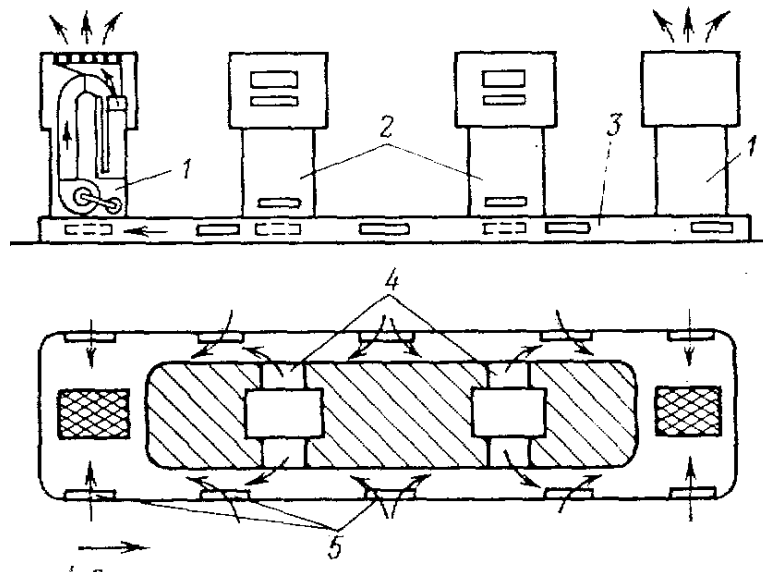


Рис. 4.76. Схема установки очищення забрудненого повітря на ПЗП:

1 — установка для очищення; 2 — стовпчик; 3, 4, 5 — канали для збору забрудненого повітря на острівцях і комунікаціях ПЗП

Зменшення концентрації у вихлопних газах токсичних компонентів може бути досягнуто утриманням автомобілів у технічно справному стані, регулюванням їх систем подачі палива, установкою у вихлопній системі каталітичного нейтралізатора та впрыскуванням води в двигун. Найбільш ефективним заходом щодо зниження забруднення навколишнього середовища є використання сполучення двох останніх способів. Така комбінована система очищення відпрацьованих газів випробувана на автомобілях Белаз-540. До складу системи входять два каталітичних і один рідинний нейтралізатори, а також система подачі води у впускні колектори двигуна ЯМЗ-240.

Принципова схема очищення відпрацьованих газів показана на рис. 4.77. Вода розпилюється в пристрої 5, куди надходить із водяного бака 6, і по патрубку 4 подається у впускні колектори 3, змішується з повітрям, що всмоктується, і разом із ним надходить в циліндри двигуна 1. Подача води сприяє зменшенню утворення оксидів азоту і зменшує кількість сажі.

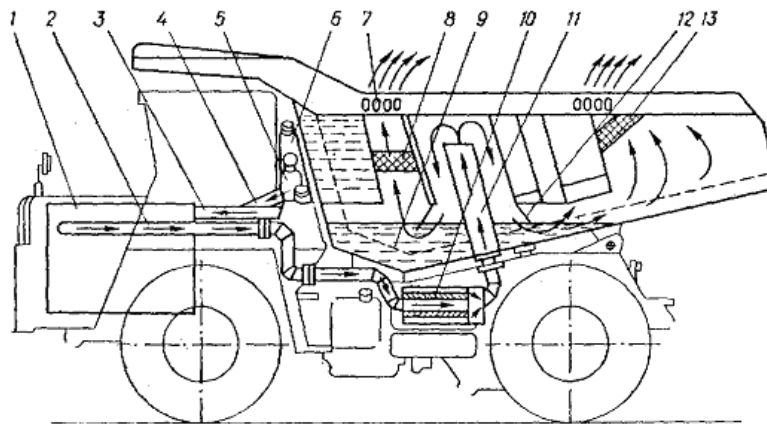


Рис. 4.77. Комбінована система очищення відпрацьованих газів автосамоскида Белаз-540А

Відпрацьовані гази з блоку двигуна по випускному колектору 2 підводяться до каталітичного нейтралізатора 10, у якому вони очищаються від продуктів неповного згоряння. По впускному трубопроводу 11 із каталітичного нейтралізатора гази надходять у рідинний нейтралізатор 9, робоча ємкість якого розміщена між двома стінками кузова. Вихлоп очищається в робочій ємкості рідинного нейтралізатора під барботажними перегородками 12. Очищені гази, насичені парою води, проходять через фільтри 8 і 13, додатково очищаються в них від сажі і смолистих утворень, обезводнюються і через вихлопні вікна 7 викидаються в атмосферу.

На рис. 4.78 показана система подачі води в двигун. Крім потоку повітря, що надходить в двигун 9 по впускному колектору 7 із повітреочисника 10, за допомогою патрубка 6 у впускний колектор 7 підводиться додатковий потік, який насичується парою води в карбюраторі 5. Повітря, що надходить в карбюратор 5, очищається в повітряному фільтрі 1. Вода в карбюратор надходить із водяного бака 4 при відкритому положенні крана 3. Витрата води регулюється підбиранням діаметра жиклера 1 регулювальною голкою розпилювача 2. Відношення води, що подається в циліндри, до витрати палива становить 0,3...0,4. Вміст сажі контролюється сажоміром (ЛАНЭ-35/300 та ін.) Проби беруть за допомогою гумового шланга, що вводиться в контрфорси через вихлопні вікна 8 на глибину 40...45

мм. Ця система дає змогу зменшити виділення оксидів азоту на 30...40%, сажі на 20%, оксидів вуглецю на 80...90% і вуглеводів на 60%, істотно поліпшується запах і зменшується сльозоточива дія вихлопу. На максимальних частотах обертання холостого ходу зменшується виділення сажі у вихлопі на 85...90%, оксидів азоту на 90% і оксиду вуглецю на 95%; зменшується відкладання нагару в камерах згорання і на форсунках.

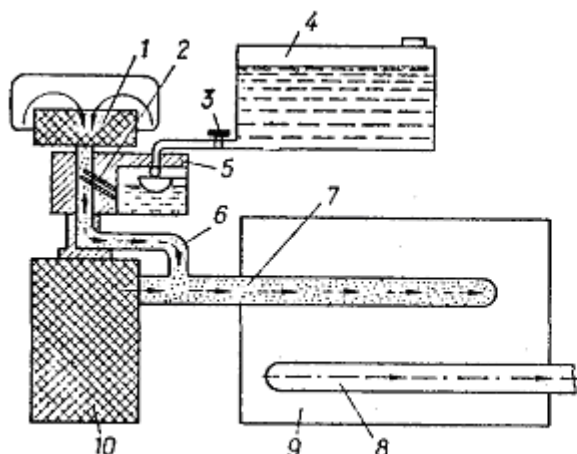


Рис. 4.78. Система подачі води у випукні колектори двигуна ЯМЗ-240:

- ···→ відпрацьовані гази;
- ---→ повітря;
- ····→ повітря, змішане з парою води.

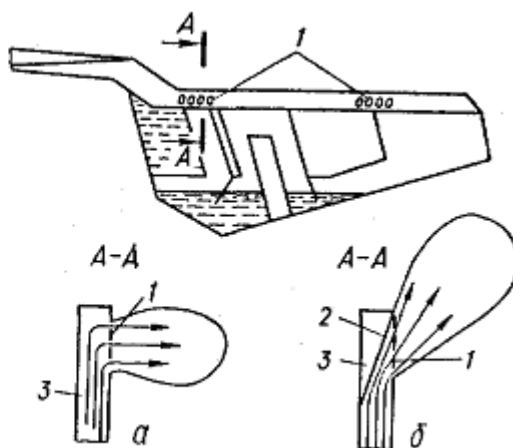


Рис. 4.79. Вихлопна система платформи з рідинним нейтралізатором

- а – стара конструкція;
- б – нова конструкція.

Поліпшити ефективність дії комбінованої системи очищення відпрацьованих газів автосамоскидів БелАЗ-540А можна також, змінюючи конструкцію вихлопних контрфорсів 3 (рис. 4.79) платформи автомобіля. Перед вихлопними вікнами 1 у вихідній частині контрфорсів 3 під кутом 20° до бічного борта платформи встановлюють відбивачі 2. Відпрацьовані гази, ударяючись про відбивачі 2, викидаються в атмосферу через вихлопні вікна під кутом 15...35 °С до вертикалі, що дає змогу підняти зони підвищеної концентрації токсичних речовин у районі роботи автомобіля та екскаватора вище від рівня кабін водіїв, поліпшуючи тим самим умови їх роботи.

Як уже відзначалося, кількість і токсичність вихлопних газів залежать від часу і режиму роботи двигуна. Виходячи з цього, в умовах ПЗП головним фактором зниження забруднення атмосферного повітря

вихлопними газами є скорочення часу перебування автотранспорту на території ПЗП. Це може бути досягнуте шляхом інтенсифікації процесу заправлення, скорочення простоїв і зниження необхідності маневрування на території станції. Найбільш ефективним способом рішення цих проблем є вибір раціональної планувальної схеми ПЗП. За рахунок вибору оптимальної планувальної схеми ПЗП забезпечується можливість одночасного використання всіх заправних засобів, зменшується відстань від місць заправлення до будинку станції, скорочується число необхідних маневрів для під'їзду до заправного стовпчика. Усе це дозволяє значно інтенсифікувати процес заправлення, збільшити пропускну здатність ПЗП і, у кінцевому рахунку, знизити забруднення навколишнього середовища вихлопними газами автомобілів.

Зменшення шкідливого впливу викидів токсичних речовин на ПЗП сприяють зелені насадження. Їх ефективність багато в чому залежить від виду і способу посадок.

Локалізація і запобігання забруднень ґрунту. Аналіз джерел і причин витоків нафтопродуктів на ПЗП дозволив розробити ряд заходів щодо їх запобігання, зниження або локалізації. Ефективність цих заходів перевірена на практиці і вони можуть бути рекомендовані до застосування на ПЗП. Скорочення витоків при заправленні автотранспорту досягається за рахунок впровадження більш ефективного заправного устаткування, забезпечення можливості візуального контролю за процесом заправлення, обладнання ПЗП двостороннім зв'язком, підвищенням дисципліни водіїв і персоналу ПЗП. Застосування роздавальних кранів з автоматичним відключенням подачі палива зменшує витoki при заправленні більш ніж на 30%, використання паливороздавальних колонок із клапаном зниження продуктивності наприкінці заданої дози заправлення зменшує витoki майже на 50%. Зменшення і локалізація витоків при зливі нафтопродуктів у резервуари АЗС також досягається шляхом використання більш досконалих засобів і методів зливу. Застосування швидкокороз'ємних зливальних муфт

дозволяє забезпечити герметичне з'єднання зливного пристрою з рукавом автомобільної цистерни. Однак при поломці муфти або розриві зливного рукава можуть відбутися значні витoki нафтопродуктів. Для їх локалізації і запобігання потрапляння в ґрунт замість бетонних та цегельних колодязів успішно застосовують зварені металеві колодязі нової конструкції, які приварюють безпосередньо до обичайок резервуарів. Пролиті нафтопродукти не потрапляють у ґрунт, а збираються в колодязі, звідки легко потрапляють в резервуар. У цьому колодязі безпосередньо на кришці резервуара монтують зливний пристрій, що дозволяє здійснювати зливання нафтопродуктів одночасно через два рукави. Таке рішення дозволяє виключити витoki із зливного трубопроводу, локалізувати можливі витoki нафтопродуктів і запобігти їх потраплянню в ґрунт.

Ліквідація витоків нафтопродуктів при ремонті та обслуговуванні устаткування ПЗП пов'язана з необхідністю створення можливості спорожнювання його гідравлічної системи до початку робіт. Для цього служить розроблений фахівцями Госкомнефтепродукта Росії керований прийомний клапан. Клапан монтують у корпусі кутового вогневого запобіжника, який встановлюють на кришці резервуара. Він дає можливість до початку ремонтних робіт звільнити гідравлічну систему від нафтопродуктів і тим самим уникнути їх витоків.

У загальному комплексі проблем запобігання на ПЗП потрапляння нафтопродуктів у ґрунт найбільш важливим і складним є запобігання аварійних витоків при порушенні герметичності підземних резервуарів. Як уже відзначалося, прийнята технологія їх монтажу дуже недосконала і не дозволяє контролювати ступінь корозії і технічний стан резервуарів у процесі експлуатації. За рубежом ця проблема вирішується в основному шляхом використання резервуарів з подвійною стінкою і застосуванням високоякісних антикорозійних покриттів. У міжстінковому просторі резервуарів створюють вакуум або надлишковий тиск, які контролюються спеціальними приладами та сигналізують про їх зміну при порушенні

герметичності зовнішньої або внутрішньої оболонки. Однак виготовлення таких резервуарів вимагає великих витрат металу, дуже складне і містке. Останнім часом ряд закордонних фірм досліджують можливість застосування на ПЗП резервуарів із пластмас і скловолокна. Такі резервуари практично не піддані дії корозії, але погано сприймають механічні навантаження. Гарні результати отримані поки тільки для резервуарів малої місткості.

Більш просте та економічне рішення цієї задачі розроблено фахівцями Госкомнефтепродукта Росії. Замість горизонтальних засипних резервуарів використовують вертикальні резервуари, що монтують у захисних колодязях та збираються з уніфікованих залізобетонних кілець. Простір між внутрішньою стінкою колодязя і зовнішньою стінкою резервуара заповнюють керамзитом і систематично контролюють спеціальним зондовим пристроєм. При порушенні герметичності резервуара за допомогою цього пристрою вчасно виявляють наявність нафтопродуктів у міжстінковому просторі і вживають необхідних заходів. Захисний залізобетонний колодязь запобігає потраплянню пролитих нафтопродуктів у ґрунт. Крім того, така конструкція дозволяє охороняти резервуар від дії зовнішніх навантажень і пов'язаних з ними можливих деформацій, а також дає можливість легко витягати резервуар на поверхню для контролю його технічного стану і ремонту. Усе це забезпечує збільшення терміну служби резервуарів і запобігає забрудненню ґрунту нафтопродуктами внаслідок аварійних витоків.

7.4.4. Очищення стічних вод. Як показують дослідження, стічні води ПЗП забруднені головним чином нафтопродуктами (до 350 мг/л) і механічними домішками (до 250 мг/л).

Для очищення і знешкодження забруднених стічних вод використовуються наступні методи:

1. Хімічні: розкладання нерозчинних речовин, що знаходяться в стічних водах; нейтралізація (регулювання); знебарвлення.
2. Фізичні: просіювання; фільтрація; флотація.

При експлуатації ПЗП широко застосовують фізичні методи очищення. Як правило, очисні спорудження ПЗП складаються з технологічних елементів, що забезпечують випадання та осідання зважених механічних часток, сепарацію і відділення нафтопродуктів, фільтрацію стоків, видалення нафтопродуктів і механічних домішок. Від конструктивного рішення цих елементів і їх сполучення залежать ефективність і продуктивність очисних споруджень.

Очисне спорудження, спроектоване Гидроавтотранс Росії розраховано для застосування на автобазах і ПЗП, де існують стічні і технологічно забруднені води. Будівництво та експлуатація його дуже складні. Очисні спорудження цього типу не одержали значного поширення на ПЗП по наступним причинах:

- великі розміри спорудження і необхідність його розміщення на значній відстані від резервуарів і заправних стовпчиків вимагають збільшення земельних ділянок для будівництва ПЗП;
- для нормальної експлуатації спорудження необхідний постійний спеціально навчений персонал;
- при відсутності стічних вод підвищується вибухонебезпечність спорудження через можливість нагромадження в ньому парів нафтопродуктів.

Очисне спорудження, спроектоване Мосводоканал-НИИ (Росія) (рис. 4.80), розраховано для використання на міських ПЗП з обмеженою територією при відсутності етилованих нафтопродуктів і підвищених вимог до очищення.

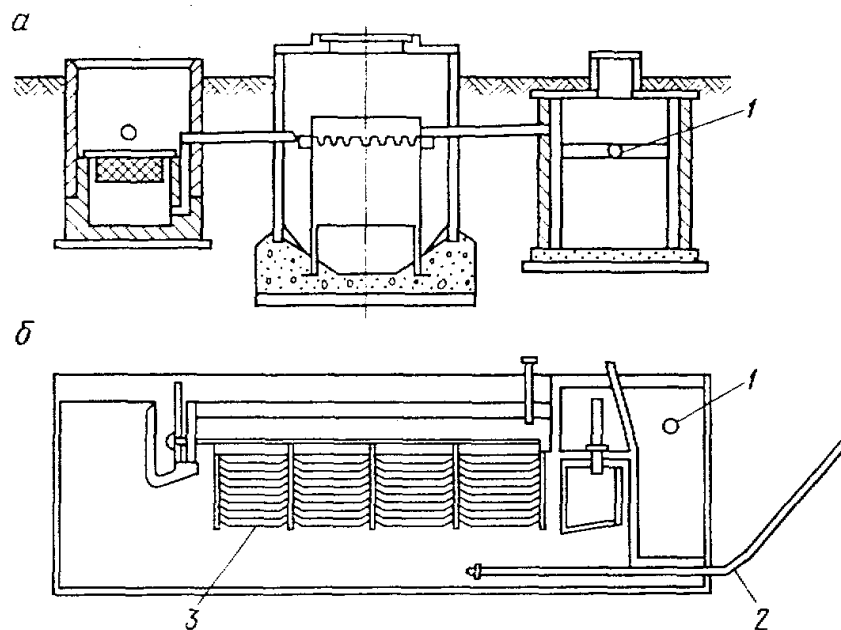


Рис. 4.80. Схеми очисного спорудження Мосводоканал-НИИ (а) і японської фірми «Міцубісі корпорейшен» (б):

1 — впускний отвір; 2 — труба для відкачки відстою; 3 — сепараторні пластини

У розглянутому проекті усунуті основні недоліки проекту Гіпроавтотранс, зокрема, це спорудження значне менше по розмірах, працює в автоматичному режимі, для його експлуатації не потрібний спеціальний персонал, спорудження відповідає вимогам пожежної безпеки.

Характеристика спорудження: витрата води — 5 л/с; забруднення стоків, які надходять, що допускається: нафтопродуктами — не більш 200 мг/л, зваженими частками — не більш 2150 мг/л; забруднення води після очищення: нафтопродуктами — не більш 4 мг/л; зваженими частками — не більш 10 мг/л. Досвід роботи цих очисних споруджень свідчить про їх ефективність і надійність.

Перераховані очисні спорудження, як і ряд інших аналогічних, можуть бути успішно використані і на ПЗП, що роблять відпуск етилованих нафтопродуктів, але в цьому випадку вони повинні бути доповнені контактними резервуарами для відстою і знешкодження нафтопродуктів, що залишилися в стоках після очищення. Як реагент застосовується хлорне вапно,

ємкість контактних резервуарів розраховується на час контактування не менш 1 ч.

Японська фірма «Мицубиси корпорейшен» розробила цілу серію споруджень для очищення стічних вод ПЗП (АР 1, СР 1, РР 1 і ін.). Із зазначених типів очисних споруджень найбільший інтерес представляє очисне спорудження типу РР 1. За принципом роботи і за методом очищення це спорудження мало відрізняється від аналогічних споруджень, використовуваних в Україні.

Тестові питання з дисципліни «Паливно-мастильні та інші експлуатаційні матеріали» (100)

1. При якому фізичному стані паливо містить золу та внутрішню вологу?

- А робочому
- Б сухому
- В аналітичному (лабораторному)
- Г горючому, сухому
- Д змішаному
- Е немає правильної відповіді

2. Які стандартизовані показники бензину найбільш суттєво впливають на його сумішоутворюючі властивості?

- А фракційний склад, густина
- Б тиск насиченої пари, в'язкість
- В фракційний склад, тиск насиченої пари
- Г густина, тиск насиченої пари
- Д октанове число
- Е немає правильної відповіді

3. Під яким тиском зберігається у балонах стиснутий газ?

- А 1,6 МПА
- Б 5 МПА
- В 10 МПА
- Г 20 МПА
- Д змішаному
- Е немає правильної відповіді

4. Чим відрізняються між собою сухе, граничне та рідинне тертя?

- А товщиною шару мастильного матеріалу
- Б в'язкістю мастильного матеріалу
- В в'язкістю мастильного матеріалу, коефіцієнтом тертя
- Г товщиною шару мастильного матеріалу, коефіцієнтом тертя
- Д маркою мастила
- Е немає правильної відповіді

5. В яких двигунах внутрішнього згорання (ДВЗ) рекомендується для використання олива Галол М-3041?

- А високофорсованих бензинових ДВЗ
- Б високофорсованих бензинових ДВЗ, що працюють у важких умовах експлуатації
- В середньофорсованих дизельних ДВЗ
- Г середньофорсованих бензинових і дизельних ДВЗ
- Д інжекторних ДВЗ
- Е немає правильної відповіді

6. Олива ТМ-3-18 призначена для використання у

- А турбінах і механізмах турбін
- Б турбінах і двигунах
- В тихохідних двигунах
- Г вузлах трансмісій
- Д гідроприводах
- Е немає правильної відповіді

7. Перед використанням у системі охолодження двигуна треба розбавити водою до необхідної густини

- А лену 40
- Б тосол АМ
- В антифриз 40м
- Г антифриз 65м
- Д декстрін
- Е немає правильної відповіді

8. Яке октанове число має бензин *Регуляр* за ГОСТ Р 5105-97?

- А 80
- Б 92
- В 95
- Г 98
- Д змішаному
- Е немає правильної відповіді

9. Балони зі зрідженим і скрапленим газом заправляються не більше (відсотків)

- А 70
- Б 80
- В 90
- Г 95
- Д змішаному
- Е немає правильної відповіді

10. У позначенні Емаль МЛ-197, коричнева – літери МЛ характеризують групу за

- А призначенням
- Б хімічним складом плівкоутворювача
- В хімічним складом пігменту
- Г хімічним складом розчинника
- Д змішаному
- Е немає правильної відповіді

11. У нафтопродуктах насичені вуглеводні не бажані тому, що вони

- А понижують октанове число
- Б понижують цетанове число
- В мають низьку хімічну стабільність
- Г мають високу хімічну стабільність
- Д мають парафінові сполуки
- Е немає правильної відповіді

12. Який метод визначення октанового числа (ОЧ) найточніше характеризує детонаційну стійкість бензинів?

- А дослідний: (ОЧИ)
- Б моторний: (ОЧМ)
- В дорожній: (ДОЧ)
- Г фактичний: (ФОЧ)
- Д хімічний (ХОЧ)
- Е немає правильної відповіді

13. Які марки зріджених (скраплених) газів застосовуються у двигунах внутрішнього згорання?

- А ПА, ПБА
- Б СПБТЗ, СПБТЛ; ПА, ПБА
- В природний, коксовий метанізований, коксовий збагачений
- Г марок А і Б
- Д LPG, NPG
- Е немає правильної відповіді

14. Яка олива має найкращі в'язкісно-температурні властивості?

- А М-10-Г (ІВ=90)
- Б М-8-Г (ІВ=80)
- В М-10-В (ІВ=90)
- Г М-6 з/10-В (ІВ=130)
- Д М-8з/10В
- Е немає правильної відповіді

15. У моторній оливі М-20/3040 числа 20/30 позначають

- А клас кінематичної в'язкості (при температурі $+ 100^{\circ}\text{C}$)
- Б клас кінематичної в'язкості (при температурі $- 18^{\circ}\text{C}$ (чисельник) та $+ 100^{\circ}\text{C}$ (знаменник)
- В клас кінематичної в'язкості (при температурі $+ 50^{\circ}\text{C}$)
- Г кінематичну в'язкість при температурі $+20^{\circ}\text{C}$ (чисельник) та $+ 100^{\circ}\text{C}$ (знаменник)
- Д кількість присадок
- Е немає правильної відповіді

16. Яка теплота згорання палива не залежить від наявності у ньому води?

- А нижча або робоча
- Б вища
- В нижча і вища
- Г нижча
- Д змішана
- Е немає правильної відповіді

17. Які показники фракційного складу бензину найбільш суттєво впливають на пуск і прийомистість двигуна?

- А температура початку перегонки і перегонки 10%
- Б температура перегонки 10% і 50%
- В температура перегонки 50% і кінця перегонки
- Г температура початку і кінця перегонки
- Д октанове число
- Е немає правильної відповіді

18. Під яким тиском зберігається у балонах зріджений (скраплений) газ?

- А 1,6 МПа
- Б 5 МПа
- В 10 МПа
- Г 15 МПа
- Д відповіді В, Г
- Е немає правильної відповіді

19. Мастильні матеріали поділяють на

- А органічні, напівсинтетичні та синтетичні
- Б органічні та мінеральні або нафтові
- В нафтові, органічні та синтетичні
- Г органічні, мінеральні, напівсинтетичні та синтетичні
- Д органічні та синтетичні
- Е немає правильної відповіді

20. В яких двигунах внутрішнього згорання (ДВЗ) призначена для використання олива *СЛАВОЛ-М-20/3051*?

- А високофорсованих бензинових ДВЗ
- Б високофорсованих бензинових ДВЗ, що працюють у важких умовах експлуатації
- В середньофорсованих дизельних ДВЗ
- Г середньофорсованих бензинових і дизельних ДВЗ
- Д нефорсованих ДВЗ
- Е немає правильної відповіді

21. Число 18 оливи ТМ-3-18 позначає

- А клас кінематичної в'язкості (при температурі $+100^{\circ}\text{C}$)
- Б клас кінематичної в'язкості (при температурі $+ 50^{\circ}\text{C}$)
- В клас кінематичної в'язкості (при температурі -18°C)
- Г групу за експлуатаційними властивостями
- Д в'язкість оливи
- Е немає правильної відповіді

22. У справну систему охолодження двигуна при пониженні рівня *Тосол А-40М* треба додати:

- А лєну 40
- Б етиленгліколь
- В дистильовану воду
- Г тосол А-40М
- Д антифриз -40 (червоного кольору)
- Е немає правильної відповіді

23. Яке октанове число має бензин *Нормаль* за ГОСТ Р 5105-97?

- А 80
- Б 92
- В 95
- Г 98
- Д 76
- Е немає правильної відповіді

24. На якому етапі використання паливно-мастильних матеріалів можливі найбільші їх кількісні втрати?

- А наповнення, транспортування і зливання
- Б зберігання
- В заправка і технічне обслуговування техніки
- Г експлуатація техніки
- Д на етапі закінчення строку придатності
- Е немає правильної відповіді

25. У позначенні Емаль МЛ-197, коричнева – індекс 1 характеризує групу за

- А призначенням
- Б хімічним складом плівкоутворювача
- В хімічним складом пігменту
- Г хімічним складом розчинника
- Д вмістом присадкових матеріалів
- Е немає правильної відповіді

26. Число 15 у позначенні оливи МГ-15-В показує

- А кінематичну в'язкість при температурі $+100^{\circ}\text{C}$
- Б кінематичну в'язкість при температурі $+50^{\circ}\text{C}$
- В клас кінематичної в'язкості
- Г групу за експлуатаційними властивостями
- Д змішаному
- Е немає правильної відповіді

27. На гліколевій основі виробляють гальмівні рідини

- А “Нева”, “Арктика”, “Роса”
- Б “Роса”, ГТЖ-22М, “Томь”
- В “Роса”, “Нева”, БСК
- Г “Томь”, БСК, “Нева”, “Роса”, ГТЖ-22М
- Д не виробляють
- Е немає правильної відповіді

28. Для яких двигунів призначена олива ACEA E5-99?

- А бензинових
- Б дизельних легкових автомобілів
- В дизельних вантажних автомобілів, тракторів, самохідної техніки
- Г газових
- Д всіх
- Е немає правильної відповіді

29. Яка група олив не підлягає регенерації?

- А OMB
- Б OIB
- В SHV
- Г TM

Д РАО

Е немає правильної відповіді

30. З різних лакофарбових матеріалів виберіть ґрунтовку

А МС-006

Б МЛ-0143

В МЛ-197

Г П-ЭП-021

Д ГФ, ФО-ОЗК, ВП, ЕЛ та інші

Е немає правильної відповіді

31. Якій тип рідин використовується в автоматичних КП?

А PSF

Б PSF, ATF

В FTF

Г ATF

Д АКПП

Е немає правильної відповіді

32. Якими зовнішніми ознаками характеризується детонаційне згорання палива?

А робота двигуна після вимикання запалювання

Б чорний дим у відпрацьованих газах, стукіт

В дзвінкий металевий стукіт, падіння тиску оливи

Г дзвінкий металевий стукіт, чорний дим, перегрів двигуна

Д робота не всіх циліндрів двигуна

Е немає правильної відповіді

33. Які марки стиснутих газів застосовуються для комунально-побутових потреб?

А ПА, ПБА

Б природний, коксовий метанізований, коксовий збагачений

В СПБТЗ, СПБТЛ, ПА, ПБА

Г Природний газ компримований

Д змішаному

Е немає правильної відповіді

34. Який вид зношування найчастіше провокує заїдання?

А механічне

Б корозійно-механічне

В молекулярно-механічне

Г всі три приведені

Д змішаний

Е немає правильної відповіді

35. В яких двигунах внутрішнього згорання (ДВЗ) призначена для використання олива *Леол-М-2030*?

- А** високофорсованих бензинових ДВЗ
- Б** високофорсованих бензинових ДВЗ, що працюють у важких умовах експлуатації
- В** середньофорсованих дизельних ДВЗ
- Г** середньофорсованих бензинових і дизельних ДВЗ
- Д** для всіх видів і типів ДВЗ
- Е** немає правильної відповіді

36. Число 3 оливи ТМ-3-9 позначає

- А** клас кінематичної в'язкості (при температурі $+100^{\circ}\text{C}$);
- Б** клас кінематичної в'язкості (при температурі -18°C)
- В** третій сорт
- Г** групу за експлуатаційними властивостями
- Д** -олива для дизельних ДВЗ
- Е** немає правильної відповіді

37. Рідини “Холод Д-40” і “Арктика” застосовують

- А** у системах мащення двигунів
- Б** у системах охолодження двигунів
- В** у гідравлічних системах машин
- Г** для полкшення пуску двигунів
- Д** у системах очищення вікон
- Е** немає правильної відповіді

38. Яке октанове число має бензин *Преміум* за ГОСТ Р 5105-97?

- А** 80
- Б** 92
- В** 95
- Г** 98
- Д** 100
- Е** немає правильної відповіді

39. При заправці машин між ними відстань повинна бути

- А** 3 метри від другої до першої та не менше 1 метра між іншими
- Б** 2 метри від другої до першої та не менше 1 метра між іншими
- В** не менше 1 метра між усіма машинами
- Г** не менше 2 метра між усіма машинами
- Д** 5 метрів
- Е** немає правильної відповіді

40. У позначенні *Грунтовка В-МЧ-0143*, коричнева – літери МЧ характеризують групу за

- А призначенням
- Б хімічним складом плівкоутворювача
- В хімічним складом пігменту
- Г хімічним складом розчинника
- Д змішаному
- Е немає правильної відповіді

41. Число 10 індустріальної оливи И-Л-А-10 позначає

- А групу за експлуатаційними властивостями
- Б клас кінематичної в'язкості (при температурі + 100°С)
- В клас кінематичної в'язкості (при температурі + 50°С)
- Г клас кінематичної в'язкості (при температурі + 40°С)
- Д терміни використання
- Е немає правильної відповіді

42. Для застосування у гальмівних системах машин призначені рідини

- А “Нева”, “Арктика”, “Роса”
- Б “Роса”, ГТЖ-22М, “Холод Д-40”
- В “Роса”, “Нева”, “Томь”
- Г “Томь”, БСК, ТКп, “Нева”, ГТЖ-22М
- Д SPG, PSF, ATF
- Е немає правильної відповіді

43. Для яких двигунів призначена олива ACEA B4-98?

- А бензинових
- Б дизельних легкових автомобілів
- В дизельних вантажних автомобілів, тракторів, самохідної техніки
- Г газових
- Д роторних (Ванкеля)
- Е немає правильної відповіді

44. Які групи олив підлягають регенерації?

- А OMB, MC-5
- Б MC-8, OIB
- В OIB, CHV
- Г OMB, OIB, CHV
- Д всі
- Е немає правильної відповіді

45. З різних лакофарбових матеріалів виберіть фарбу (емаль)

- А MC-006
- Б МЛ-0143
- В МЛ-197
- Г П-ЭП-021

Д ЕМ-100

Е немає повної відповіді

46. Які вуглеводні найбільш бажані у дизельному паливі?

А ізопарафінові

Б нормальні парафінові

В парафінові та ароматичні

Г парафінові та ароматичні

Д змішані

Е немає правильної відповіді

47. Для усунення детонації при роботі ДВЗ необхідно

А збільшити кут випередження запалювання

Б зменшити частоту обертання колінчастого вала

В зменшити кут випередження запалювання

Г підвищити температурний режим двигуна

Д збільшити частоту обертання колінчастого вала

Е немає правильної відповіді

48. Які марки стиснутих газів застосовуються у двигунах внутрішнього згорання?

А ПА, ПБА

Б природний, коксовий метанізований, коксовий збагачений

В СПБТЗ, СПБТЛ, ПА, ПБА

Г природний газ компримований

Д CNG

Е немає правильної відповіді

49. Які властивості мастильних матеріалів відіграють вирішальну роль при граничному терті?

А в'язкість

Б густина

В маслянистість

Г в'язкісно-температурні

Д кількість присадкових матеріалів

Е немає правильної відповіді

50. Що означає число перед літерою В моторної оливи М-10-В?

А кінематичну в'язкість при -18°C

Б клас кінематичної в'язкості

В кінематичну в'язкість при $+100^{\circ}\text{C}$

Г призначення

Д всесезонне

Е немає правильної відповіді

- 51. Літера Г у позначенні індустріальної оливи И-Г-А-32 позначає**
А підгрупу за експлуатаційними властивостями
Б оливу для важконавантажених вузлів
В групу за призначенням
Г олива має антиокислювальні та антикорозійні присадки
Д клас гідростійкості
Е немає правильної відповіді
- 52. Для полегшення пуску бензинових двигунів застосовують рідину**
А “Нева”
Б “Холод Д-40”
В “Роса”
Г “Томь”
Д рідини з ефірною основою
Е немає правильної відповіді
- 53. Яке октанове число має бензин Супер за ГОСТ Р 5105-97?**
А 80
Б 92
В 95
Г 98
Д 105
Е немає правильної відповіді
- 54. При заправці автомобілів паливом не повинно бути так:**
А -двигун працює, присутній водій
Б -двигун не працює, присутній водій, ключ у замку запалювання
В -двигун не працює, присутній водій
Г -двигун не працює, ключ у замку запалювання
Д -двигун не працює
Е немає правильної відповіді
- 55. Позначення Грунтовка В-МЧ-0143, коричнева – індекс 0 характеризує групу за**
А призначенням
Б хімічним складом плівкоутворювача
В хімічним складом пігменту
Г хімічним складом розчинника
Д складом наповнювача
Е немає правильної відповіді
- 56. У нафтопродуктах не допускається наявність органічних кислот , бо вони**

- А викликають корозію чорних металів
- Б викликають корозію кольорових металів
- В викликають корозію чорних і кольорових металів
- Г підвищують нагаро- та шлакоутворення
- Д погіршують процес горіння
- Е немає правильної відповіді

57. Що означають літера і число у позначенні А-80 за ДСТУ 4063-2001?

- А автомобільний, октанове число, визначене у дорожніх умовах
- Б авіаційний, октанове число
- В автомобільний, мінімальне значення октанового числа, визначеного дослідним методом
- Г автомобільний, мінімальне значення октанового числа, визначеного моторним методом
- Д автомобільний, мінімальне значення октанового числа, визначеного двома методами
- Е немає правильної відповіді

58. При якій вологості гальмівна рідина вже не поглинає зовнішньої вологи?

- А нижче 34%
- Б нижче 38%
- В нижче 42%
- Г нижче 58%
- Д більше 5%
- Е немає правильної відповіді

59. Яке призначення мийно-диспергувальних присадок в оливах?

- А запобігати відкладенням на деталях двигуна
- Б диспергувати продукти забруднення
- В руйнувати відкладення на деталях двигуна, диспергувати продукти забруднення
- Г запобігати відкладенням на деталях двигуна, диспергувати продукти забруднення
- Д захищати від забруднення
- Е немає правильної відповіді

60. Цифра 4 у позначенні моторної оливи М-20/3040 позначає

- А клас кінематичної в'язкості
- Б групу за експлуатаційними властивостями
- В тип двигуна для якого призначена олива
- Г наявність в'язкісних присадок
- Д кількість присадок

Е немає правильної відповіді

61. Які вуглеводні найбільш бажані у оливах?

А нормальні парафінові

Б ізопарафінові

В парафінові та ароматичні

Г ізопарафінові та нафтеніві

Д дезодоровані

Е немає правильної відповіді

62. Моторний і дослідний методи визначення октанового числа (ОЧ) бензинів відрізняються між собою

А температурою паливної суміші

Б кутом випередження запалювання

В при моторному методі ОЧ визначається на двигуні, а при дослідному- на установці УИТ-85

Г режимами роботи установки УИТ-85

Д не відрізняються

Е немає правильної відповіді

63. Які марки зріджених (скраплених) газів застосовуються для комунально-побутових потреб?

А ПА, ПБА

Б природний, коксовий метанізований, коксовий збагачений

В СПБТЗ, СПБТЛ

Г природний газ компримований

Д конденсовані

Е немає правильної відповіді

64. Яким показником оцінюють в'язкісно-температурні властивості нафтопродуктів?

А кінематичною в'язкістю при 100°C

Б умовною в'язкістю при 50°C

В індексом в'язкості

Г динамічною в'язкістю при 100°C

Д високотемпературним індексом

Е немає правильної відповіді

65. У моторній оливі М-10-Г літера г означає

- А** для середньофорсованих дизельних двигунів
- Б** для високофорсованих бензинових двигунів
- В** для середньофорсованих бензинових і дизельних двигунів
- Г** для високофорсованих бензинових і дизельних двигунів
- Д** для високофорсованих дизельних двигунів
- Е** немає правильної відповіді

66. Літера В у позначенні індустріальної оливи И-Г-В-46 позначає

- А** підгрупу за експлуатаційними властивостями
- Б** оливу для важконавантажених вузлів
- В** групу за призначенням
- Г** олива має антиокислювальні та антикорозійні присадки
- Д** сезонність експлуатації
- Е** немає правильної відповіді

67. Для полегшення пуску дизельних двигунів застосовують рідину

- А** “Нева”
- Б** “Холод Д-40”
- В** “Роса”
- Г** “Арктика”
- Д** «WINTER»
- Е** немає правильної відповіді

68. Скільки марок дизельного палива для районів з помірним кліматом передбачає Європейський стандарт EN-590?

- А** 4 (Евро 2 - 5)
- Б** 5
- В** 6
- Г** 7
- Д** не передбачає
- Е** немає правильної відповіді

69. При заправці автомобілів і тракторів, самохідної сільськогосподарської техніки паливом повинно бути так:

- А** -двигун працює на малій частоті обертання
- Б** -двигун не працює, присутній водій
- В** -двигун не працює, ключ у замку запалювання
- Г** -двигун не працює
- Д** –варіанти В, Г
- Е** немає правильної відповіді

70. У позначенні Емаль МЛ-197, коричнева – індекс 97 характеризує

- А групу за призначенням
- Б реєстраційний номер розчинника
- В реєстраційний номер матеріалу
- Г реєстраційний номер кольору матеріалу
- Д каталожний номер продукту
- Е немає правильної відповіді

71. У нафтопродуктах не допускається наявність водорозчинних (мінеральних) кислот тому, що вони

- А викликають корозію чорних металів
- Б викликають корозію кольорових металів
- В викликають корозію чорних і кольорових металів
- Г підвищують нагаро- та шлакоутворення
- Д погіршують якість продукту
- Е немає правильної відповіді

72. Які стандартизовані показники дизельного палива найсуттєвіше впливають на його сумішоутворюючі властивості?

- А фракційний склад, густина
- Б в'язкість, цетанове число
- В фракційний склад, в'язкість, густина
- Г в'язкість, густина
- Д густина
- Е немає правильної відповіді

73. За якою ознакою поділяється викопне вугілля на сорти?

- А розмір шматків
- Б вихід летких речовин
- В вихід коксу і величина його шматків
- Г вид коксу
- Д якості
- Е немає правильної відповіді

74. Прилад лакоутворювач призначений для оцінки

- А мийно-диспергувальних властивостей мастила
- Б антикорозійних властивостей мастила
- В зношувальних властивостей мастила
- Г окисних властивостей мастила
- Д вмісту шкідливих домішок
- Е немає правильної відповіді

75. Цифра 1 у позначенні моторної оливи М-20/3041 позначає

- А клас кінематичної в'язкості
- Б групу за експлуатаційними властивостями
- В тип двигуна для якого призначена олива
- Г наявність в'язкісних присадок
- Д наявність більше 5% домішок
- Е немає правильної відповіді

76. Які стандартизовані показники бензину найсуттєвіше впливають на його сумішоутворювальні властивості?

- А -вміст кисню
- Б -фракційний склад, густина
- В -тиск насиченої пари, в'язкість
- Г -фракційний склад, тиск насиченої пари
- Д -густина, тиск насиченої пари
- Е немає правильної відповіді

77. В хімічному відношенні нафта представляє собою складну рідину, що складається в основному

- А з парафінових сполук
- Б з газових конденсатів
- В з вуглеводнів
- Г з сполук сірки та метану
- Д з бензолів
- Е немає правильної відповіді

78. Усі вуглеводи нафти поділяються на наступні групи (ряди):

- А насичені та ненасичені
- Б – парафінові (алкани); – нафтенові (циклани); – ароматичні (бензоліні)
- В горючі та негорючі
- Г розчинні та нерозчинні
- Д активовані та деактивовані
- Е немає правильної відповіді

79. Матеріали, які використовують для роботи автомобіля, називають

- А -хімічними
- Б -технічними
- В -експлуатаційними
- Г -допоміжними
- Д -розхідними
- Е немає правильної відповіді

80. Основними експлуатаційними показниками автомобільних бензинів є :

А детонаційна стійкість, фракційний склад, хімічна стабільність, антикорозійні якості

Б октанове число

В швидкість та температура спалаху

Г метанове число

Д цетанове число

Е немає правильної відповіді

81. Для підвищення хімічної стабільності бензинів, які утримують елементи вторинного походження, додають

А спиртові розчини

Б етилен

В газоконденсовані сполуки

Г продукти гідрокрекінгу

Д антиокислювальні присадки (інгібітори)

Е немає правильної відповіді

82. Для оцінки моторних якостей дизельних палив використовують

А цетанове число

Б октанове число

В стандарти їх виготовлення

Г тести визначення фракційного складу

Д перевірку на наявність негативних домішок

Е немає правильної відповіді

83. Фракційний склад палива характеризує

А кількість присадок

Б ступінь випаровування

В молекулярні зв'язки

Г щільність молекул

Д час його спалаху

Е немає правильної відповіді

84. В залежності від умов експлуатації установлені 3 марки дизельного пального:

А Л (літнє), З (зимове), А (арктичне)

Б економ, стандарт, преміум

В марка 1, марка 2, марка 3

Г ДТ1, ДТ2, ДТ3

Д 80, 92, 95

Е немає правильної відповіді

85. Газоподібне пальне має високу детонаційну стійкість (октанове число дорівнює

А 92 - 95

- Б 80
- В 97
- Г 90-98
- Д 100 та вище
- Е немає правильної відповіді

86. В якості пального для автомобілів використовують стиснений до 20 МПа природний газ, який добувають зі скважин газових покладів.

Його основний компонент:

- А - бутан
- Б – метан
- В - пропан
- Г - ацетилен
- Д - етан
- Е немає правильної відповіді

87. Стиснений газ, який передбачається використовувати всесезонно на автомобілях, повинен складатися (за об'ємом):

- А пропану – 50%, бутану – 50%
- Б цетану - 10%, пропану – 30%
- В метану не менше – 90 %, етану не більше – 4 %
- Г етанолу – 99%
- Д вуглецю – 30%, інші гази – 70%
- Е немає правильної відповіді

88. Автомобільні змащувальні мастила використовують

- А для зниження робочої температури пар тертя
- Б для герметизації вузлів
- В для консервування
- Г для зменшення втрат енергії на тертя
- Д для зменшення втрат енергії на тертя та для зниження зносу деталей
- Е немає правильної відповіді

89. Індекс в'язкості характеризує зміни в'язкості моторних мастил в залежності

- А від кількості присадок
- Б від температури
- В від марки
- Г втрат енергії
- Д хімічного складу основи
- Е немає правильної відповіді

90. Механічних домішок в мастилах без присадок не повинно бути, а в мастилах з присадками їх значення не повинно перевищувати:

- А 5%

- Б 10%
- В 30%
- Г 0,15% по масі
- Д 0,001%
- Е немає правильної відповіді

91. Присадки (однофункціональні та комплексні) – це спеціальні речовини, які додають в моторні мастила для:

- А збільшення термінів їх зберігання
- Б поліпшення їх якості
- В підвищення депресорних властивостей
- Г підвищення миючих властивостей
- Д згущення
- Е немає правильної відповіді

92. В сучасних автомобільних мастилах використовують депресорні присадки з метою

- А надання антикорозійних властивостей
- Б запобігання окислювальних процесів
- В затримання зростання кристалів парафіну
- Г очищення від домішок
- Д підвищення строків зберігання
- Е немає правильної відповіді

93. Трансмісійні гепоїдні мастила використовують

- А для високонавантажених вузлів
- Б в якості універсальних робочих рідин
- В тільки для конічних передач з гепоїдним зчепленням
- Г в гідроприводах
- Д в гідропідсилювачах
- Е немає правильної відповіді

94. Важливе значення для трансмісійних олив, особливо гепоїдних та універсальних, мають

- А протизадирні та протизносні присадки
- Б сезонність використання та строк служби
- В ціна і доступність
- Г якість та взаємозамінність
- Д рік виготовлення і терміни зберігання
- Е немає правильної відповіді

95. Основою будь-якої консистентної змазки є

- А бензоли
- Б літоли
- В рідка мінеральна олія

- Г парафіни
- Д графіти
- Е немає правильної відповіді

96. Межею міцності консистентних мастил являється

- А здатність змазки утримуватися на деталях, які обертаються
- Б температура спалаху
- В тиск
- Г втрата своїх властивостей
- Д активація процесу кристалізації
- Е немає правильної відповіді

97. Цифрові позначення у марці антифризів та тосолів відповідають

- А максимальній температурі нагріву
- Б хімічному вмісту
- В кількості вмісту присадок
- Г строку їх експлуатації
- Д температурі кристалізації (замерзання)
- Е немає правильної відповіді

98. Сучасні гальмівні рідини призначені для температурних умов роботи в межах:

- А 100 – 130 С
- Б 90 – 100 С
- В 0 – 190 С
- Г від +50 С до –50 С
- Д від +100 С до -60 С
- Е немає правильної відповіді

99. Для захисту трубопроводів та пристроїв пневматичного гальмівного приводів вантажних та легкових автомобілів використовують

- А гальмівну рідину
- Б тосол
- В етиловий технічний спирт
- Г літол
- Д керасин
- Е немає правильної відповіді

100. За ступенем небезпеки для людини, експлуатаційні хімічні засоби догляду за автомобілем можна поділити на три групи:

- А ступінь I, ступінь II, ступінь III
- Б ароматичні, технічні, летучі
- В група I, група II, група III
- Г нейтральні, лужні, ядовиті

Д безпечні, небезпечні та вогнєнебезпечні
Е немає правильної відповіді

ЛІТЕРАТУРА

1. Антипенко А.М., Сорокін С.П., Поляков С.О. Властивості та якість паливо-мастильних матеріалів – Харків: ЧП Червяк, 2006. – 213 с.
2. Большаков Г.Ф. Восстановление и контроль качества нефтепродуктов. – Л.: Недра, 1982. – 350 с. 3. Борзенков В.А., Воробьев М.А., Никифоров А.Н. Нефтепродукты для сельскохозяйственной техники: Справочник. – М.: Химия, 1988. – 288 с.
4. Вавапов В.В., Вайншток В.В., Гуреев А.А. Автомобильные пластичные смазки. – М.: Транспорт, 1986. – 144 с.
5. Васильева Л.С. Автомобильные автоэксплуатационные материалы: Учебн. Для ВУЗов. – М.: Транспорт, 1986. – 279 с.
6. Газобаллонные автомобили / Е.Г. Григорьев, Б.Д. Колубоев, В.И. Ерохов и др. – М.: Машиностроение, 1989. – 216 с.
7. Гуреев А.А., Фукс И.Г., Лашхи В.Л. Химмотология. – М.: Химия, 1986. – 368 с.
8. Давлетьяров В.А., Зоря Е.И., Цагарели Д.В. Нефтепродуктообеспечение / Под ред. д.т.н., проф. Цагарели Д.В. – М.: Математика, 1988. – 662 с.
9. Заря Е.И., Клейпер Г.Б., Скрицников А.В., Цагарели Д.В. Нефть, топливо, экономия. – М.: Математика, 1996. – 231 с.
10. Итинская Н.И., Кузнецов Н.А. Автотракторные эксплуатационные материалы. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 271 с.
11. Колосюк Д.С., Кузнецов А.В. Автотракторные топлива и смазочные материалы. – К.: Вища школа, 1987. – 191 с.
12. Кузнецов А.В., Кульчев М.А. Практикум по топливу и смазочным материалам. – М.: Агропромиздат, 1987. – 224 с.

13. Новоселов В.Ф. Контроль качества и количества нефтепродуктов. – М.: Недра, 1994. – 150 с.
14. Лышко Г.П. Топлива и смазочные материалы. – М.: Агропромиздат, 1985. – 336 с. 352
15. Мотовилин Г.В., Масико М.А., Суворов О.М. Автомобильные материалы: Справочник. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1989. – 464 с.
16. Окоча А.І., Антипенко А.М. Паливо-мастильні та інші експлуатаційні матеріали: Підручник. – К: Урожай, 1996. – 336 с.
17. Окоча А.І., Білоконь Я.Ю. Автотракторні витратні матеріали: Довідник. – К.: Фаза, 2002. – 102 с.
18. Плитман И.Б. Справочное пособие для работников автозаправочных и автомобильных газонаполненных станций. – М.: Недра, 1990. – 155 с.
19. Смазочные материалы. Антифрикционные и противоизносные свойства. Методы испытаний: Справочник / Р.М. Матвиевский, В.Л. Лащхи, И.А. Буяновский и др. – М.: Машиностроение, 1989. – 224 с.
20. Топливо, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение: Справочник / К.М. Базыштова, Я.А. Берштад, Ш.К. Богданов и др.; Под ред. В.М. Школьников. – М.: Химия, 1989. – 432 с.
21. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення / В.Я. Чабанний, В. А., Павлюк-Мороз В.А., С.О. Магопець та ін. – Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2005. – 449 с.
22. Чулков П.В., Чулков И.П. Топливо и смазочные материалы: Ассортимент, качество, применение, экономика, экология. – М.: Политехника, 1995. – 302 с.
23. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення. К / Упор. В.Я.Чабанний. – Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2008. – 353с.

24. Чабанний В.Я., Магопець С.О., Осипов І.М., Аулін В.В.,
Мажейка О.Й., Солових Є.К., Павлюк-Мороз В.А., Попов Г.А., Катеринич
С.Є. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх
забезпечення. Книга 2. Системи забезпечення якості паливо-мастильних
матеріалів./Вид.друге перероб. та доповн./За ред. В.Я.Чабанного.-Кіровоград:
Центрально-Українське видавництво, 2008.-500с.

ДОДАТКИ

**Паливні та мастильні матеріали, що використовуються при експлуатації
основних марок тракторів та сільгоспмашин**

Марка машини	Двигун		Агрегати трансмісії (ходової частини)		Гідравлічна система	
	марка мастила	періодичність заміни	марка мастила	періодичність заміни	марка мастила	періодичність заміни
1	2	3	4	5	6	7
А. Трактори						
“Кіровоць” К-700А, К-701	М-10Г _{2К} , М-10Г ₂ (влітку);	250	Коробка передач: М-10В ₂ (влітку);	1 раз на рік	М-10В ₂ (влітку), М-8В ₂ (взимку)	1 раз на 2 роки
	М-8Г _{2К} , М-8Г ₂ (взимку)	250	М-8В ₂ (взимку) Картер головної та кінцевої передачі: ТАп-15В, ТЭп-15, М-10В ₂ (всесезонно)	1 раз на рік		

T-150, T-150K	M-10Г _{2К} , M-10Г ₂ (влітку);	250	Коробка передач та редуктор ВВП: M-10B ₂ (влітку); M-8B ₂ (взимку) Колісні редуктори та ведучі мости, ходова частина: ТАп-15В, ТЭп-15 (всесезонно)	1000 2000	Рульове керування: M-10B ₂ (влітку); M-8B ₂ (взимку) Навісне обладнання: M-10B ₂ (влітку); M-8B ₂ (взимку)	2000 2000
MTЗ-80/82	M-10Г ₂ (влітку); M-8Г ₂ (взимку); M-10B ₂ (влітку), M-8B ₂ (взимку); M-10Г ₂ (влітку), M-8Г ₂ (взимку); M-10B ₂ (влітку), M-8Г ₂ (взимку);	500 250 250 250	Муфти зчеплення, коробки передач, задній міст: M-10B ₂ (всесезонно) Передній міст: ТАп-15В, ТЭп-15 (всесезонно)	1000 1 раз за рік	M-10B ₂ (влітку); M-8B ₂ , M-8А (взимку)	1 раз на 2 роки

МТЗ-100/102	М-10ДМ (влітку); М-8ДМ (взимку); М-10Г ₂ К (влітку)	500 250	Гідротрансформатор , коробка передач: МГТ, масло “А” Бортові, кінцеві передачі, катки: МГТ, ТАп-15В, ТСП-10	1000	Привід гідронасосів: МГТ, масло “А”, ТСП-10 Навісне обладнання: МГТ, масло “А”, М- 8В ₂ , М-10В ₂	1000 1000
Т-330, Т-500, ДТ-75М “Казахстан” та модифікації	СМД-14НГ: М-10В ₂ (влітку), М-8В ₂ (взимку); СМД-18Н, А-41: М-10Г ₂ (влітку), М-8Г ₂ (взимку); М-10В ₂ (влітку), М-8В ₂ (взимку);	500 500 250	ТАп-15В, ТЭп-15, ТСП-15К (всесезонно), ТСП-10 (нижче –30 ⁰ С)	2000	М-10В ₂ (влітку); М-8В ₂ , М-8А (взимку)	4000
ЮМЗ-6 та модифікації, Т-180, Т- 130М та модифікації	М-10В ₂ (влітку), М-8В ₂ (взимку); М-10Г ₂ (влітку), М-8Г ₂ (взимку); М-10В ₂ (влітку), М-8В ₂ (взимку);	500 500 250	ТАп-15В, ТЭп-15, (всесезонно) ТАп-15В, ТЭп-15, (всесезонно)	1000 1000	М-10В ₂ (влітку), М-8В ₂ (взимку) М-10В ₂ (влітку), М-8В ₂ (взимку)	1000 1000

Т-4А та модифікації	М-10Г ₂ (влітку);	500	ТАп-15В, ТЭп-15, (всесезонно) ТСП-10 (нижче –30 ⁰ С)	1000	М-10В ₂ (влітку); М-8В ₂ , М-8А (взимку)	2000
	М-8Г ₂ (взимку); М-10В ₂ (влітку), М-8В ₂ (взимку);	250				
Т-28Х4М, Т-30, Т-25 та модифікації	М-10Г ₂ (влітку);	500	ТАп-15В, ТЭп-15, (всесезонно)	2000	И-20А, И-30А, М-10В ₂ , М-8В ₂ , М-8А (всесезонно)	2000
	М-8Г ₂ (взимку); М-10В ₂ (влітку), М-8В ₂ (взимку);	250				
Лісогосподарс ькі, трельовочні ЛХТ-100, ТЛТ-100, ТДТ-55А	М-10Г ₂ (влітку);	500	ТАп-15В (всесезонно), ТСП-10 (нижче –30 ⁰ С)	1000	М-10В ₂ , М-8В ₂ (всесезонно)	1000
	М-8Г ₂ (взимку); М-10В ₂ (влітку), М-8В ₂ (взимку)	250				

Б. Комбайни та самохідні сільгоспмашини						
Зернозбиральні: СК-6 “Колос” та його модифікації, СК-5 “Нива”, “Сибіряк” та модифікації, Єнісей-1200Р, СК-10 “Ротор”, Дон-1200, Дон-1500	М-10Г _{2К} , М-10Г ₂ (влітку); М-8Г _{2К} , М-8Г ₂ (взимку)	250 (або 1 раз на рік)	ТЭп-15В, ТАп-15В (М-8В ₂ , М-8А – для Єнісея-1200Р при температурі нижче –18 ⁰ С) Гідростатична трансмісія: МГЕ-46В, масло “А”	750 (1 раз в 3 сезони)	М-10В ₂ , М-8В ₂ ; Гідравлічна система гальм та зчеплення: СК-5, Єнісей-1200Р, БСК	750 (1 раз в 3 сезони)
Для збирання винограду КВУ-1 “Дон”	М-10Г ₂ , М-10В ₂	Після зберігання перед збиранням врожаю	Ходова частина: М-10В ₂ , М-8В ₂ Гідростатична трансмісія: Масло “А”, МГЕ-46В	Після зберігання перед збиранням врожаю 500	М-10В ₂ , М-8В ₂	1 раз за 2 роки

Для збирання кліщовини ККС-6, ККС-8	М-10Г _{2К} , М-10Г ₂	250 (1 раз за сезон)	ТЭп-15, ТАп-15В	750 (1 раз в 3 сезони)	М-10В ₂ , М-8В ₂ , М-8А Гідропривід гальм та зчеплення: БСК	750 (1 раз в 3 сезони)
Томатозбирал ьна КТУС- 200, СКТ-2	М-10Г ₂ , М-10В ₂	250 125	Ходова частина: ТЭп-15, ТАп-15В Гідравлічна трансмісія: Масло “А”, МГЕ- 46В	500 (1 раз за сезон) Те ж	Робочі органи: М-8А, М-8В ₂	500 (1 раз за сезон)
Машини для збирання плодів та ягід	М-10Г ₂ , М-10В ₂	500 250	ТЭп-15, ТАп-15В	500 (1 раз за сезон)	М-8А, М-8В₂	500 (1 раз за сезон)

Примітка: 1. У всіх машинах для основного двигуна використовують паливо дизельне марок Л, З, А в залежності від температурних умов експлуатації. 2. В якості палива для пускових двигунів використовують суміш бензину з моторним маслом у співвідношенні 20:1. 3. В картері пускових двигунів використовують моторні масла, що використовуються для основного дизеля. 4. В зимовий період допускається додаванням у трансмісійні масла дизельного палива марок З, А (10...15%).

Паливо, масла та технічні рідини, що використовуються при експлуатації основних марок автомобілів

(В квадратних дужках вказана періодичність заміни, тис.км)

Марка автомобіля	Паливо	Масло для					Рідина для гідроприводу гальм та зчеплення	Амортизаторна рідина
		двигуна	коробки передач	агрегатів трансмісії	рульового механізму	гідросистем		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
КамАЗ з колісною формулою 6х4 та 6х6 всіх модифікацій для помірного клімату	Дизельне Л, З, А	М-10Г ₂ , М-10Г _{2К} (до +5 ⁰ С), М-10Г _{2К} (нижче +5 ⁰ С), М-6з/10В (всесезонно) [12]	ТСП-15К (до –30 ⁰ С), ТСП-15К з 10-15% дизельного палива А (до –45 ⁰ С) [50], але не рідше 1 разу на рік	ТСП-15К (до –30 ⁰ С), ТАп-15В (до –25 ⁰ С), ТСП-10 (до –45 ⁰ С) [50], але не рідше 1 разу на рік	Масло “Р” при ремонті	И-20 А (влітку), И-12А (взимку), навесні та восени	“Нева” раз на рік восени	АЖ-12Т, МПГ-10 при ремонті
ЗИЛ-130, ЗИЛ-131 та модифікації	Бензин А-76	М-8В ₁ , М-6з/10В (всесезонно), М-4з/8В ₁ (нижче –30 ⁰ С) [60]	ТСП-15К, ТАп-15В (всесезонно), ТСП-10 (нижче –30 ⁰ С); для моста з гіпоїдною передачею ТСП-14гип раз на рік навесні	М-8В ₁ (влітку), АУ (взимку), навесні та восени				АЖ-12Т, АУ при ремонті

ЗИЛ-133 (ГЯ, ВЯ) та модифікації	Дизельне Л, З, А	М-10Г ₂ , М-10Г ₂ (влітку), М-8Г _{2К} , М-8Г ₂ (взимку), М-6 ₃ /10В (всесезонно) [10]	ТСп-15К, ТАп-15В (всесезонно) раз на рік навесні	ТСп-14гип (всесезонно) раз на рік навесні	Масло “Р” при ремонті, М-8В ₁ (влітку), АУ (взимку), навесні та восени	-	ГТЖ-22М “Нева” при ремонті	АЖ-12Т, МПГ-10 при ремонті
ГАЗ-53, ГАЗ-52 та модифікації	Бензин А-76, АИ-93 (крім ГАЗ-52)	М-8В ₁ , М-6 ₃ /10В (всесезонно), М-4 ₃ /8В ₁ (нижче – 30 ⁰ С) [14]	ТАп-15В (до – 25 ⁰ С), ТСп-15К (до –30 ⁰ С), ТСп-10 (до –45 ⁰ С) [28]	ТСп-14гип (всесезонно) [28]	Масло “Р”, АУ при ремонті	-	“Нева”, ГТЖ-22М раз на рік восени	АЖ-12Т, МПЕ-10А при ремонті
ГАЗ-24, ГАЗ-24-10, ГАЗ-3102 та модифікації	Бензин АИ-93, А-76	М-6 ₃ /12Г ₁ (всесезонно), М-5 ₃ /10Г ₁ (взимку) [10]	ТАД-17И (всесезонно) [60]; ТАп-15В (всесезонно) [24]	ТАД-17И, ТСгип (всесезонно) [60]	ТАД-17И, ТАп-15В (всесезонно) [60]	-	“Томь”, “Нева”, раз на рік навесні	АЖ-12Т, АУ при ремонті
Урал-375, Урал-377	Бензин АИ-93, А-76	М-8В ₁ , М-6 ₃ /10В (всесезонно), М-4 ₃ /6В ₁ (нижче – 30 ⁰ С) [12]	ТСп-15К (до – 30 ⁰ С), ТАп-15В (до –25 ⁰ С), ТСп-10 (нижче –30 ⁰ С) [36]	ТСп-15К (до –30 ⁰ С), ТАп-15В (до –25 ⁰ С), ТСп-10 (до – 30 ⁰ С) [36]	Масло “Р” при ремонті, АУ [48]	-	ГТЖ-22М, “Нева”, “Томь” [36], але не рідше чим раз на рік	АЖ-12Т, АУ при ремонті

Урал-4320, Урал-4420	Дизельне Л, 3, А	М-10Г _{2К} та М-10Г ₂ (влітку), М-8Г _{2К} та М-8Г ₂ (взимку), М-6 ₃ /10В (всесезонно) [12]	ТСп-15К (до – 30 ⁰ С), ТСп-10 (нижче –30 ⁰ С)	ТСп-15К (до – 30 ⁰ С), ТСп-10 (нижче –30 ⁰ С) [36]	Масло “Р” при ремонті, АУ раз на рік	-	ГТЖ-22М, “Нева”, “Томь” [36], але не рідше разу на рік	АЖ-12Т, АУ при ремонті
КрАЗ-255, КрАЗ-256, КрАЗ 257, КрАЗ-258	Дизельне Л, 3, А	М-10В ₂ (влітку), М-8В ₂ (взимку), М-6 ₃ /10В (всесезонно) [12]	ТСп-15К [36]	ТСп-15К, ТАп- 15В (до –25 ⁰ С), ТСп-10 (нижче –25 ⁰ С) [36]	Масло “Р”, АУ [36]	-	-	АУ при ремонті
МАЗ-5335, МАЗ-5551, МАЗ5337, МАЗ5433, МАЗ-5434	Дизельне Л, 3, А	М-10В ₂ (влітку), М-8В ₂ (взимку), М-6 ₃ /10В (всесезонно) [16]	ТСп-15К (до – 30 ⁰ С), ТСп-10 (до –45 ⁰ С)	ТСп-15К, ТАп- 15В (до –30 ⁰ С), ТСп-10 (до –45 ⁰ С) [48]	Масло “Р”, АУ при ремонті	МГ-30, И- 20А, И-30А, И-12А [96]	-	АЖ-12Т, АУ при ремонті
ВАЗ всіх модифікацій	Бензин АИ-93	М-6 ₃ /12Г ₁ (всесезонно), М- 5 ₃ /10Г ₁ (взимку) [10]	ТАД-17И [60], або один раз за чотири роки	ТАД-17И [60], або один раз за чотири роки	ТАД-17И [60], або один раз за чотири роки	-	“Томь”, “Нева” раз на 5 років	МГП-10 раз на 5 років
Москвич виробництва АЗЛК	Бензин АИ-93	М-6 ₃ /12Г ₁ (всесезонно), М- 5 ₃ /10Г ₁ (взимку) [15]	ТАД-17И [60]	ТАД-17И [60]	ТАД-17И [60]	-	“Томь”, “Нева” [30] або один раз в 1,5 року	АЖ-12Т, МГП-10 при ремонті

Москвич виробництва ПО “ИжМаш”	Бензин АИ-93 (двигун 412Э), А-76 (двигун 412ДЭ)	М-6 _з /12Г ₁ (всесезонно), М- 5 _з /10Г ₁ (взимку) [10]	ТАД-17И [60], ТАп-15В [30]	ТАД-17И [60], ТСгип [30]	ТАД-17И, ТАп- 15В при ремонті	-	“Нева” при необхідно сті	АЖ-12Г, АУ при ремонті
ЗАЗ-968М та модифікації	Бензин А-76	М-6 _з /12Г ₁ (всесезонно), М- 5 _з /10Г ₁ (взимку) [10]	ТАп-15В, ТСп-15К [30]	ТАп-15В	ТАп-15В, ТС	-	“Томь”, “Нева” при ремонті	АУ, МГП- 10
ЛуАЗ-968М	Бензин А-76	М-6 _з /12Г ₁ (всесезонно), М- 5 _з /10Г ₁ (взимку) [15]	ТАп-15В (до – 25 ⁰ С), ТСп-15К (до –30 ⁰ С), ТСп-10 (до –45 ⁰ С) [30]	ТАп-15В (до – 25 ⁰ С), ТСп-15К (до –30 ⁰ С), ТСп-10 (до – 45 ⁰ С) [30]	ТАп-15В, ТСп- 15К [30]	-	“Томь”, “Нева” [36]	-

Заправочні ємкості механізмів та вузлів тракторів

Трактор	Об'єм, л					Норми витрати моторного масла, % від витрати палива
	Картер двигуна	Повітроочисник	Пусковий двигун	Гідросистема	Інші вузли та агрегати	
К-700	32	2	-	82	-	4,5
Т-100М	27	4	1,9	69,7	0,6	3,5
Т-130	27	4	-	45	-	3,5
Т-4	32	3	0,7	26	0,7	3,5
Т-150/Т-150К	20	3	0,45	35/38	58,8*/42,4	3
Т-125	32	2	0,1	40	0,5	4
ДТ-75/Т-74	21	2	0,3	25/37	4,87	3
МТЗ-80/82	15	1,7	0,4	20,5	-	3
МТЗ-50/50Л	12	1,2	0,8	21	6,5	3
Т-54С/54В	12	1,2	-	20	0,2	4/4,6
ЮМЗ-6Л	15	1,1	-	35	-	4
Т-40/40А	11	1,05	-	21	0,44	3,5
Т-28Х/28Х3	11	1,05	-	11	-	4,5
Т-28Х4	11	1,05	-	20	0,24	3,5
Т-25А	7	1,05	-	7,5	0,1	4
Т-20/16М	7	0,6	-	7,5	0,1	3,5/4
ТДТ-55/55М, 60, 75	21	2	0,8	43	2,6	4
ТТ-4	30	2	0,5	53	0,57	4

* З урахуванням картеру коробки передач та трансмісії

Заправочні ємкості основних механізмів та вузлів автомобілів, л

Марка автомобіля	Паливний бак	Система охолодження	Система мащення двигуна	Картер коробки передач	Картер заднього мосту	Картер рульового механізму	Амортизатори (всі)	Масляний резервуар повітроочисника	Гідравлічний привід гальм
“Запорожець”	30	-	2,8	2,0	-	0,40	0,35	0,09	0,40
“Москвич-408”	46	7,0	4,5	1,10	1,4	0,16	0,64	-	0,50
“Москвич-412”	46	7,0	4,3	1,10	1,56	0,16	0,64	-	0,49
“Жигулі”	39	9,6	3,75	1,35	1,5	0,215	0,64	-	0,80
“Волга” М-24	55	11,5	6,0	0,95	0,9	0,15	0,68	0,55	0,98
“Чайка”	80	17,0	6,5	9,50	0,9	0,18	0,16	0,55	0,50
УАЗ-452Д	56	13,0	6,2	1,70	1,5	0,25	0,58	0,25	0,52
ГАЗ-52	90	16,0	7,0	3,0	2,6	0,50	0,66	0,35	0,50
ГАЗ-53А	90	23,0	8,0	3,0	8,2	0,50	0,78	0,55	0,77
ГАЗ-66	210	23,0	8,0	3,0	14,0	0,50	1,64	0,55	0,75
ЗИЛ-130	170	26,0	9,0	5,10	4,5	2,70	0,72	0,63	-
ЗИЛ-131	340	31,0	9,5	5,10	10,0	3,20	0,90	3,60	-
ЗИЛ-585	150	21,0	8,5	6,0	4,5	1,0	-	0,70	-
Урал-377	360	30,0	9,0	8,0	8,0	1,50	1,50	0,80	2,0
КрАЗ-257	450	45,0	32,0	5,50	26,0	2,0	1,50	-	-
МАЗ-500	200	32,0	28,0	5,50	11,5	1,20	1,50	1,60	-
КамАЗ-5320	170	29,5	21,0	11,0	7,3	-	-	-	-

