

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



**Інженерно-
технологічний
факультет
СНАУ**

**ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНІ ТА
ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ І СИСТЕМИ
ФІЛЬТРАЦІЇ**

**Конспект лекцій
Частина 2**

СУМИ – 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра АГРОІНЖИНІРИНГУ

**ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ
МАТЕРІАЛИ І СИСТЕМИ ФІЛЬТРАЦІЇ**

Конспект лекцій

Частина 2

**для здобувачів 1 курсу освітньої програми «Агроінженерія» денної та
заочної форм здобуття освіти ступеню вищої освіти
«бакалавр»**

СУМИ – 2025

УДК 621.43.019.621.892
Н 54

Укладачі: С.П. Соколік, ст. викладач кафедри агроінжинірингу
М.Л. Шуляк, професор кафедри агроінжинірингу
Л.М. Батюк, завідувач навчальної лабораторії кафедри агроінжинірингу

Н 54 Науково-методичне забезпечення навчального процесу
Конспект лекцій. (Частина 2). Паливно-мастильні та експлуатаційні матеріали і системи фільтрації. Для здобувачів I курсу освітньої програми «Агроінженерія» денної та заочної форм здобуття освіти ступеню вищої освіти «бакалавр»../ Укл. Соколік С.П., Шуляк М.Л., Батюк Л.М.– Суми: СНАУ, 2025. – 98 с..

Конспект лекцій (Частина 2) для здобувачів вищої освіти спеціальності 208 «Агроінженерія» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти призначений для ознайомлення з: основними показниками ПММ, їх експлуатаційними властивостями та системи фільтрації

Рецензенти:

Харченко С.О. – д. т.н., професор кафедри агроінжинірингу Сумського НАУ;

Думанчук М.Ю., к.т.н., доцент кафедри технічного сервісу Сумського НАУ

Відповідальний за випуск: Шуляк М.Л., д.т.н., професор, завідувач кафедри агроінжинірингу СНАУ.

Рекомендовано до видання радою із забезпечення якості освітньої діяльності та якості вищої освіти інженерно-технологічного факультету.

Протокол № 4 від 28.01.2025 року

© С.П. Соколік, М.Л. Шуляк, Л.М. Батюк
© Сумський національний аграрний університет, 2025

Тематичний план

Назва теми	Кількість годин
Тема 9. Експлуатаційні властивості та використання моторних, трансмісійних та гідравлічних олив	2
Тема 10. Експлуатаційні властивості та використання пластичних мастил	2
Тема 11. Експлуатаційні властивості та застосування спеціальних технічних рідин	2
Тема 12. Системи фільтрації повітря	2
Тема 13. Системи фільтрації палив та олив	4
Тема 14. Основні напрямки удосконалення ПММ. Основи їх раціонального та безпечного використання	2
Разом годин:	14

ЗМІСТ

ЛЕКЦІЯ 8. Експлуатаційні властивості та використання моторних, трансмісійних та гідравлічних олив.....	5
ЛЕКЦІЯ 9. Експлуатаційні властивості та використання пластичних мастил.....	18
ЛЕКЦІЯ 10. Експлуатаційні властивості та застосування спеціальних технічних рідин.....	45
ЛЕКЦІЯ 11. Системи фільтрації повітря.....	59
ЛЕКЦІЯ 12. Системи фільтрації палив та олив.....	71
ЛЕКЦІЯ 13. Основні напрямки удосконалення ПММ. Основи їх раціонального та безпечного використання.....	79
ЛЕКЦІЯ 14. Експлуатаційні властивості та використання моторних, трансмісійних та гідравлічних олив.....	87
Список використаних джерел.....	96

ЛЕКЦІЯ № 8

ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА ВИКОРИСТАННЯ МОТОРНИХ, ТРАНСМІСІЙНИХ ТА ГІДРАВЛІЧНИХ ОЛИВ

План лекції:

1. Експлуатаційні властивості, маркування та застосування моторних олив.
2. Експлуатаційні властивості, маркування та застосування трансмісійних олив.
3. Експлуатаційні властивості, маркування та застосування гідравлічних олив.

У системі мащення ДВЗ використовують моторну оливу, яка призначення для змащування тертьових поверхонь деталей. В основному кривошипно-шатунного та газорозподільного механізмів. Сучасні двигуни забезпечені комбінованою системою мащення. До найбільш навантажених вузлів тертя масло подається під тиском до 0,5 МПа. Умови роботи моторного масла залежать від технічного стану та форсованості двигуна. Інтенсивність та характер навантаження двигуна, температура навколо зовнішнього середовища, якість та вид палива також мають значний вплив. Моторні масла працюють в більш жорсткіших умовах ніж інші (трансмісійні, гідравлічні та ін.), під дією одночасно механічного, термічного та хімічного навантаження. Так, взаємний тиск шийки колінчастого вала на підшипник досягає 20...30 МПа, а контактні навантаження механізмів газорозподілу (кулачок - штовхач) – 500...700 МПа. При цьому система мащення повинна забезпечувати рідинний режим тертя, тобто постійно наявність масляної плівки на поверхнях тертя.

Іншим впливовим фактором є температура. Моторне масло контактує з високими температурами: 2500 °С в камері згоряння на початку розширення, температура газів, які прориваються в картер – 150...700 °С. При цьому масло не повинне згоряти (окислюватися) та утворювати тверді сполуки. Поряд з високими температурами, під час впуску в зимових умовах на масло

впливають низькі температури, що значно (в десятки, сотні разів) підвищує його в'язкість, зменшується прокачувальна здатність, та інтенсивно руйнується масляна плівка між тертьовими поверхнями.

Умови в яких працюють моторні масла ставлять до них достатньо жорсткі, інколи протирічні вимоги:

- за високих температур не втрачати необхідної в'язкості, щоб забезпечити відповідний режим тертя та ущільнення між поршнем та гільзою (циліндром).
- За низьких температур в'язкість має бути низькою, достатньою для забезпечення легкого пуску двигуна.
- Забезпечити мінімальне спрацювання в умовах граничного навантаження.
- Високі нейтралізуючі властивості відносно продуктів кислотного характеру;
- Високі антиокислювальні властивості;
- Достатньо високі антикорозійні властивості, як до чорних так і кольорових властивостей;
- Висока миюче-диспергуюча стійкість;
- Відсутня негативна дія (руйнування) на гумові та інші ущільнювальні експлуатаційні матеріали.

Велике значення має правильний підбір моторного масла з урахуванням типу двигуна та умов експлуатації. Промисловість виробляє моторні масла відповідно до експлуатаційних характеристик двигунів, які групуються за певними ознаками.

Відповідно до технічно-нормативної документації моторні масла класифікуються за ознаками: кінематична в'язкість. За експлуатаційними властивостями моторні оливи поділені на 6 груп (А, Б, В, Г, Д, Е). Кожна група призначена для відповідного типу двигунів, а саме:

А – для нефорсованих карбюраторних двигунів;

Б1 – для мало форсованих карбюраторних ДВЗ;

Б2 – для мало форсованих дизельних двигунів;

В1 та В2 – для середньо форсованих відповідно карбюраторних та дизелів;

Г1 та Г2 – для високо форсованих карбюраторних (Г1) та дизельних (Г2) двигунів;

Д – для високо форсованих дизелів, які працюють у важких умовах.

Е – для дизелів з лубрикаторною системою мащення циліндрів та таких, які працюють у важких умовах із використанням «важкого» палива з вмістом сірки до 3,5 %.

Моторні масла експлуатаційної групи «А» - мають у своєму складі незначну кількість протикорозійних, антиокислювальних та депресорних присадок. Для сучасних двигунів не використовуються. До складу групи «Б» входять від 3 до 5 % міючих антиокислювальних та протикорозійних присадок. Група «В» - від 4 до 7 % міючих антиокислювальних протикорозійних та протимінних присадок. До складу масла групи «Г» - введені такі присадки як і до групи «В» - кількості 7 ...12 %. Моторні масла групи «Д» і «Е» відрізняються високою кількістю. Присадок – 18...25%, в основному комплексної дії. Оливи цієї групи мають високу лужність. Відповідно до рівня форсованості двигунів (літрової потужності, ступеня стиску, частоти обертання, середнього ефективного тиску, середньої швидкості руху поршня) на основі результатів кваліфікаційних випробувань призначають ту чи іншу групу моторної оливи.

У таблиці 1 наведені ознаки та показники форсування двигунів.

Таблиця 1 - Рівень форсування карбюраторних двигунів

Рівень форсування двигунів	Питома потужність, кВт/л	Ступінь стиску	Частота обертання колінчатого валу, хв ⁻¹
Не форсовані	< 14,7	< 5	< 2000
Малофорсовані	14,7...18,4	5...6	2000..3000
Середньофорсовані	18,4...25,7	6....7,5	3000...4500
Високофорсовані	> 25,7	> 7,5	4500...5000

ДВЗ працюють у різних кліматичних умовах, при цьому змінюються експлуатаційні властивості моторної оливи. Кінематична в'язкість – це один із економічних показників моторної оливи, який нормується і враховує температуру експлуатації.

Літні та зимові моторні оливи поділені на 7 класів, які характеризуються середньою кінематичною в'язкістю при 100 °С: 6, 8, 10, 12, 14, 16. 20 мм²/сек.

Всесезонні загущені моторні оливи поділені на 10 класів: і характеризуються пусковими властивостями, і кінематичною в'язкістю при (-18 °) та 100 °С: 3_з/8; 4_з/6; 4_з/8; 4_з/10; 5_з/10; 5_з/12; 5_з/10; 5_з/12; 5_з/14; 5_з/10; 6_з/14; 6_з/16:

де – індекси 3, 4, 5, 6 – характеризують кінематичну в'язкість при температурі (-18° С), відповідно: 3- до 1250 мм²/сек; 4- до 2600 мм²/сек; 5 – до 6000 мм²/сек; 6 - до 10400 мм²/сек.

Цифри в знаменнику (6, 8, 10, 12, 14, 16) дорівнюють середньому значенню кінематичної в'язкості при температурі 100° С в мм²/сек. Всесезонні оливи з індексами 3, 4 рекомендовано використовувати до температури (- 40° С), а 5,6 – до (- 30° С).

Буква «З» - означає наявність у всесезонній оливі загущуючої присадки за рахунок якої значно підвищується індекс в'язкості. Постійне підвищення форсованості двигунів та інтенсивності їх експлуатації, можливості значного збільшення терміну експлуатації вимагає від моторних олив вищої якості.

Використання синтетичних та напівсинтетичних моторних олив у значній мірі вирішує ці проблеми за рахунок: більш високого індексу в'язкості, меншої схильності до утворення в системі мащення твердих та напівтвердих відкладень, вищої термічної стабільності, кращих протиокислювальних диспергуючих властивостей та ін. Закордонна класифікація моторних олив (наприклад, США) по відношенню до країн СНГ принципової різниці не має. В США міжнародна класифікація моторних олив враховує в'язкість та експлуатаційні умови. В'язкість контролюється товариством інженерів – автомобілістів SAE (Society of Automobile Engineers) а якість за умовами застосування – американським нафтовим інститутом API (American Petroleum Institute).

Усі оливи розділені на літні, зимові та всесезонні. За в'язкістю зимові класи позначаються: OW, 5W, 10W, 15W, 20W.

Літні класи – 20, 30, 40, 50, 60, а всесезонні: 5W-20, 10W-20, 10W-30, 15W-30, 15W-40, 20W-30, 20W-40.

Для зимових та всесезонних олив нормується не кінематична в'язкість при (-18°C), а динамічна, яка визначається у спеціальних ротаційних віскозиметрах.

Відповідно до класифікації SAE j 300 I U N 87 введено такий показник, як гранична температура прокачування, $^{\circ}\text{C}$ (для зимових та всесезонних олив).

За експлуатаційними властивостями (рівнем форсування) моторні оливи поділені на групи: А, Б, С, Д, Е, F та G. Якщо масло призначено для карбюраторних двигунів, то групі передує літера S, для дизелів – С. Якщо олива призначена для використання як в карбюраторних двигунах так і в дизелях, то позначення має вигляд дробу, наприклад: СВ/SB. Позначення моторних олив найбільш відомих вітчизняних виробників «Славол», «Азмол», «Голов» суттєво не відрізняється від розглянутих вище. Наприклад: «АЗМОЛ М-20/4040 Плюс»,

де АЗМОЛ – назва фірми (ОАО «АЗМОЛ»);

М – моторна олива;

20 – клас в'язкості (подібно SAE – 20W), характеризує динамічну в'язкість при (- 18⁰ C);

40 – клас в'язкості (подібно SAE – 20W) - умовне значення кінематичної в'язкості при 100⁰ C приблизно 20 мм² /сек;

4 – група оливи за експлуатаційними властивостями (відповідає групі «Г»);

0 – універсальне, призначене, як для карбюраторних ДВЗ так і дизелів.

«Азмол» також виробляє моторні оливи вищої якості: напівсинтетичні – «АЗМОЛ Турбо2», «Азмол Турбо Плюс», «Азмол Фафорит Плюс», «Азмол Фаворит 2» та синтетичні: «Азмол Лідер 0W/40», «Азмол Лідер 5W/40», «Азмол Лідер Плюс».

Для забезпечення високої ефективності моторні оливи повинні відповідати певним фізико-хімічним властивостям. До показників, які нормуються Держстандартом та встановлені іншими нормативно-технічними документами відносяться: кінематична в'язкість при 100⁰ C (для всесезонних - (- 18⁰ C) мм²/с; динамічна в'язкість МПа*с; індекс в'язкості, масова частка активних елементів, % (для моторних олив із присадками), зольність сульфатна, %, лужне число, КОН/г; миючі властивості ПЗВ, бали; термоокислювальна стабільність при 250⁰С хв, температура спалаху, застигання, ⁰С; густина при 20⁰ C, кг/м³ та ін.

В'язкість – одна із найважливіших показників від якої залежить ефективність тертя, охолодження, ущільнення вузлів тертя, легкість пуску. Для моторних олив в'язкість нормується при 100⁰ C. Кінематична в'язкість визначається за допомогою капілярних віскозиметрів Уббелона, Пінкевича та ін. Відносна в'язкість (в одночасному порівнянні з іншими оливами) можна визначити за допомогою польових віскозиметрів. В'язкісно температурні властивості оцінюють індексом в'язкості. Це відносний показник, який характеризує ступінь залежності в'язкості від температури. Індекс в'язкості можна визначити за формулою:

$$IB = \frac{V - V_1}{V - V_3};$$

де – V – кінематична в'язкість оливи, $\text{мм}^2/\text{с}$ при температурі 40°C

з $IB = 0$, що при температурі 100°C має такі ж кінематичні в'язкість, як випробувальна олива; V_1 – кінематична в'язкість випробувальної оливи при температурі 40°C ; V_3 – кінематична в'язкість оливи при температурі 100°C з індексом в'язкості = 100, і що має при 100°C таку ж кінематичну в'язкість, як випробовувальна олива.

Більш простіше на практиці для визначення індексу в'язкості використовують номограму, яка побудована в логарифмічних координатах. Для цього необхідно мати значення кінематичної в'язкості оливи ($\text{мм}^2/\text{с}$) при температурах 50 і 100°C .

Індекс в'язкості сучасних вітчизняних мінеральних моторних олив літніх та зимових – 85 ... 102 од.; всесезонних - до 125 од. Синтетичні та напівсинтетичні мають більш високий індекс в'язкості, середнє значення яких відповідно: 160...165 од. та 140...145 од. Чим вище IB тим менше змінюється кінематична в'язкість під дією температури, що поліпшує працездатність оливи. Температуру застигання оливи визначають в лабораторних умовах. Це температура, при якій олива, що знаходиться у пробірці нахилений під кутом 45° залишається нерухомою протягом 1 хв. Зниження температури застигання можливе за рахунок видалення з оливи парафінів але цей шлях економічно недоцільний, тому в промисловості використовують інший шлях – використання депресорів (присадок), які не дають можливості з'єднанню кристалів парафінових вуглеводнів при низьких температурах.

Термоокислювальна стабільність – це здатність олив протистояти окисленню при підвищених температурах. За нормальних умов зберігання моторні оливи достатньо тривалий час не змінюють свої властивості, тобто достатньо стабільні, а при підвищенні температури наприклад з 50 до 150°C швидкість окислення збільшується в 1700 разів.

Протиокислювальні присадки значно підвищують стабільність олив. Достатньо ефективні присадки на основі фосфатів цинку та барію (ДФ - 11). Термоокислювальну стабільність визначають у лабораторних умовах шляхом нагрівання оливи у спеціальних приладах до температури 250°C і витримкою певний час до моменту початку окислення. Для мінеральних моторних олив термоокислювальна стабільність лежить у межах 50-90 хв. За необхідності визначення марки моторної оливи враховують наступне: кінематична в'язкість лежить у межах 7,5 – 12,5 $\text{мм}^2/\text{с}$ при 100°C зольність сульфатна залежить від складу та концентрації присадок (від 0,45 до 1,65 %); лужне число показує концентрацію миюче-диспергуючих присадок. Як правило дизельні моторні оливи мають вищі значення лужного числа.

Трансмісійні оливи використовують у коробках зміни передач, ведучих мостах, бортових (кінцевих передач), роздавальних коробках автомобілів, тракторів та самохідних сільськогосподарських машинах. Усі ці агрегати мають у своєму складі зубчасті передачі: циліндричні, конічні, гіпоїдні та ін. Основне призначення трансмісійних олив – зменшення інтенсивності зношування тертьових поверхонь деталей, зниження витрат енергії на тертя, відвід тепла від деталей та запобігання їх від корозії. Трансмісійні оливи зменшують дії ударних навантажень, шум та вібрацію зубчастих з'єднань, ущільнюють зазори в сальниках та інших з'єднаннях. Трансмісійні оливи працюють у специфічних умовах. Поверхні зубчастих передач знаходяться під дією високих питомих навантажень (1500...2000 МПа). Навантаження у гіпоїдних передачах сягає 2500 МПа. Робочі швидкості – 2,5...4,5 м/с, а температура в об'ємі – $80\ldots100^{\circ}\text{C}$. але температура в контактах зубчастих з'єднань значно вища - до 250°C . За таких умов можливе не тільки інтенсивне окислення, але і термічне руйнування вуглеводнів олив. Високі питомі навантаження призводять до того, що у момент пуску (особливо при низьких температурах), а також при експлуатації виникає граничне тертя і як результат – задирки та руйнування зубців шестерень.

Для забезпечення високої працездатності механізмів трансмісійні оливи повинні мати: достатні протизношувальні та протизадирні властивості (високі змащувальні характеристики); високі в'язкісно – температурні характеристики (високий індекс в'язкості); високу термічну та термоокислювальну стабільність; достатню стійкість до утворення емульсій з водою; високу фізичну стабільність; в умовах довгострокового зберігання; мінімальний вплив на гумові ущільнювальні матеріали, пластмаси, лаки та ін.

Найбільше значення з усіх вимог мають високі протизадирні та протизношувальні властивості, для покращення яких використовуються спеціальні присадки. Під дією високих контактних температур активні елементи присадок на поверхнях тертя утворюють захисні плівки, яким властиві висока пластичність та стійкість проти зношування. Протизношувальні та протизадирні властивості визначають в лабораторних умовах на машинах тертя. Класифікуються трансмісійні оливи за двома ознаками: експлуатаційними властивостями та в'язкістю. За експлуатаційною властивістю оливи поділяються на 5 груп: 1, 2, 3, 4, 5.

До першої експлуатаційної групи входять: трансмісійні оливи, що не мають присадок і призначені для механізмів із циліндричними, конічними та черв'ячними передачами. При цьому контактні навантаження в передачах не повинні перевищувати 1600 МПа, а об'ємна температура – 90⁰С.

Група 2 – призначена для тих самих механізмів, що і перша група. Відрізняється від першої групи наявністю протизношувальних присадок. Допустимі контактні навантаження – до 2100 МПа, робочі температури – до 130⁰С (в об'ємі).

До групи 3 входять – трансмісійні оливи, що мають протизадирні присадки помірної дії. Оливи призначені для циліндричних, конічних, спірально-конічних та гіпоїдних передач, які працюють при контактних напруженнях до 2500 МПа і температурі – до 150⁰С в об'ємі.

До складу трансмісійних олив групи 4 входять – протизадирні присадки високої ефективності. Оливи призначені для циліндричних, спірально-конічних та гіпоїдних передач з контактними навантаженнями – до 3000 МПа і температурою в об'ємі – до 150⁰С.

Трансмісійні оливи групи 5 призначені для найбільш навантажених механізмів – гіпоїдних, що працюють з ударними навантаженнями при контактному тискові більше 3000 МПа і температурі в об'ємі до 150⁰С.

По в'язкості трансмісійні оливи розділені на 4 класи – цифрове значення в кожному класі відповідає кінематичній в'язкості в мм²/сек при 100⁰С: 9, 12, 18, 34. Приклад позначення: ТМ-5-9з;

де ТМ – масло трансмісійне;
 5 – експлуатаційна група;
 9 – кінематична в'язкість при 100⁰С (6,0...11 мм²/с);
 з – наявність загущуючої присадки.

За кордоном трансмісійні оливи (як і моторні) поділяють на різні сорти за в'язкістю (класифікація SAE) та експлуатаційними властивостями (API). Класи в'язкості для літніх олив: 90 ,140, 250; для зимових: 75W, 80W, 85W; для всесезонних: 80W-90, 85W-90, 85W-140. Відповідно до класифікації API трансмісійні оливи поділені на 6 груп: GL-1, GL-2, GL-3, GL-4, GL-5, GL-6. В разі використання, як вітчизняних так і закордонних олив можна користуватися орієнтовно відповідністю: ТМ-1 → GL-1; ТМ-2 → GL-2; ТМ-3 → GL-3; ТМ-4 → GL-4; ТМ-5 → GL-5.

Гідравлічні оливи це рідини, які передають зусилля безпосередньо тобто являються робочим тілом. Використовуються такі рідини в гідро об'ємних передачах рульового керування, гальмівних системах, гідроначіпних системах тракторів, приводах ведучих коліс комбайнів, тощо.

Експлуатаційні умови гідравлічних олив достатньо жорсткі: перепади робочих температур – 80...100⁰С (від 60⁰С до (-30)...40⁰С); робочий тиск сягає 40МПа; швидкість руху – до 20м/с. В таких умовах олива інтенсивно

окислюється, контактує з кольоровими та чорними металами, а також з іншими ущільнювальними матеріалами. Для забезпечення надійної та довговічної роботи гідросистем до таких олив висунуті певні вимоги. Насамперед, вони повинні мати низьку температуру застигання (на 15-20⁰С нижче температури навколо зовнішнього середовища). В системі не повинні утворюватися парові пробки, для чого температура пароутворення повинна бути на 20-30⁰С вища за максимально можливу робочу температуру. В'язкість повинна бути невисокою для забезпечення задовільної роботи системи в широкому діапазоні робочих температур. В той же час в'язкість повинна бути достатньою для забезпечення плавного руху, запобігання зношування тертьових поверхонь та зниження втрат через ущільнення, тобто оливи повинні мати високий індекс в'язкості. Крім того, гідравлічні оливи повинні мати достатньо високі змащувальні властивості, не кородувати з чорними та кольоровими металами, а також не руйнувати гумові та інші ущільнювальні матеріали. При зберіганні та в умовах експлуатації рідини повинні мати високу хімічну та термічну стабільність.

В основному гідравлічні оливи отримують шляхом переробки малов'язких нафтових дистилятів з добавкою до них антиокислювальних, протипінних та інших присадок. Гідравлічні оливи, які призначені для автомобілів, тракторів та самохідної сільськогосподарської техніки класифікують за рівнем експлуатаційних властивостей та в'язкістю. За рівнем експлуатаційних властивостей оливи поділені на три групи: А, Б, В. До групи А входять – оливи без присадок і призначені для використання в гідросистемах з поршневыми та шестеренними насосами, що працюють при тиску до 15МПа і робочою температурою в об'ємі до 80⁰С. До групи Б відносяться оливи, що мають у своєму складі протиокислювальні та протикорозійні присадки та призначені для гідросистем з насосами всіх типів, які працюють при тиску до 25МПа з робочою температурою в об'ємі – більше 80⁰С. Група В включає в себе оливи, що містять протиокислювальні, протикорозійні та протизадирні присадки і призначені для гідросистем з насосами всіх типів з робочим тиском

більше 25МПа і температурою в об'ємі – більше 90⁰С. У маркування гідравлічних олив входять літери та цифри.

Наприклад: МГ-22А, МГ-46В, МГ-46Б та ін.;

де: МГ – мінеральна гідравлічна олива;

22 – кінематична в'язкість при 40⁰С, мм²/с;

А, В, В – група за експлуатаційними властивостями.

Для вітчизняних олив передбачено 10 класів в'язкості. Цифра у кожному класі відповідає середньому значенню кінематичної в'язкості при 40⁰С. Класи в'язкості: 5, 7, 10, 15, 22, 32, 46, 68, 100, 150.

За міжнародною класифікацією ISO 6074/4-1987 (Е) гідравлічні оливи поділяють на 4 якісні групи, орієнтовна відповідність яких вітчизняним: А → НН; В → НЛ; В → НМ; В_з → НВ.

В сучасній автотракторній техніці все частіше застосовують гідромеханічні передачі. Це пов'язано із розширенням експлуатаційних властивостей, зменшенням нерівномірності завантаження двигунів та ін. Гідромеханічні трансмісії дозволяють плавно змінювати швидкість рух у певних межах. Основними елементами гідромеханічних передач є гідромуфти та гідротрансформатори. Оливи для гідромеханічних, гідро об'ємних передач та трансмісійні оливи близькі за експлуатаційними властивостями, але їм присутні і специфічні характеристики. При виборі оливи для гідромеханічних трансмісій в'язкість є найважливішою експлуатаційною характеристикою. Це зумовлено, перш за все, необхідністю отримання високого коефіцієнта корисної дії гідротрансформатора в широкому діапазоні робочих температур.

Високий коефіцієнт корисної дії та коефіцієнт трансформації можливо отримати лише використовуючи малов'язку оливу. При цьому також знижується питома витрата палива двигуна. Проте, з метою забезпечення достатньо високої змащувальної властивості та зменшення втрат через ущільнення олива повинна мати достатньо високу в'язкість. Також ці оливи повинні мати достатньо високий індекс в'язкості для забезпечення легкого

пуску двигуна та початку руху при низьких температурах. Так як, в гідромеханічній трансмісії є зубчасті передачі, плунжерні пари, підшипники та ін. до складу олив повинні входити вискоефективні протиспрацювальні присадки. Але, якщо передачі в своїй конструкції мають фрикційні елементи, то вище зазначені вимоги недоречні – це пояснюється тим, що надійна робота фрикціонів може забезпечуватись лише в присутності оливи з високими фрикційними властивостями.

Оливи для гідромеханічних передач мають як протипінні, антикорозійні так і миюче– диспергуючі присадки. Вони необхідні для запобігання окисленню та відкладенню осадів на деталях передачі. Оливи для гідромеханічних передач виготовляють з малов'язких фракцій сірчистих парафіністих нафт шляхом їх селективної очистки та депарафінізації з подальшим додаванням до них присадок.

Вітчизняна промисловість виробляє три марки олив для гідромеханічних передач: А, Р, МГТ. Масло марки «А» призначене для гідротрансформаторів та автоматичних коробок передач (кінематична в'язкість при 50°C – $23\ldots30 \text{ мм}^2/\text{с}$). Марка «Р» призначена для гідрооб'ємних передач та підсилювачів рульового керування (кінематична в'язкість при 50°C – $12\ldots14 \text{ мм}^2/\text{с}$). Масло марки «МГТ» призначене для використання в гідромеханічних коробках передач та деяких гідрооб'ємних передачах.

ЛЕКЦІЯ 9

ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА ВИКОРИСТАННЯ ПЛАСТИЧНИХ МАСТИЛ

План лекції:

1. Умови роботи та функції пластичних мастил .
2. Склад пластичних мастил
3. Експлуатаційні властивості пластичних мастил
4. Класифікація і маркування мастил за вітчизняним стандартом

Умови роботи та функції пластичних мастил

Для мащення вузлів тертя (підшипників, карданних з'єднань, ресор, деяких зубчатих передач тощо) машин і механізмів, у тому числі і БКВРМ, широко застосовуються мазеподібні мастильні матеріали, звані консистентними або пластичними мастилами, які одержують шляхом загущення олив твердими речовинами. На даний час випускається близько 200 марок мастил різноманітного призначення. Пластичні мастила застосовуються для зменшення тертя і зносу трибовузлів у таких випадках: - у відкритих і негерметичних вузлах тертя; - у важкодоступних місцях, де потрібно забезпечити зносостійкість і високий термін служби мастильного матеріалу; - в тих вузлах тертя, де рідка олива витікає; - для консервації машин; - в підшипниках кочення, що герметизуються; - там, де за умов експлуатації не допускається розбризкування мастильного матеріалу. Вузли тертя, що змащують пластичними мастилами, простіші в обслуговуванні, не так часто вимагають заміни мастильного матеріалу і не потребують постійного нагляду за їх роботою. Легко проникаючи в зону контакту деталей тертя, мастила утримуються на їх поверхнях, не стікаючи з них. Мастила застосовуються також як захисні або ущільнювальні матеріали. Характерна особливість консистентних мастил полягає в тому, що вони здатні залежно від умов роботи мати властивості як твердих, так і рідких речовин. Під дією невеликих зусиль

мастила мають ознаки твердого тіла – можуть утримуватися на вертикальних і похилих поверхнях. Із зростанням навантаження мастило починає деформуватися. При дії критичних навантажень мастила працюють як рідина – характеризуються текучістю. Після зняття навантаження течія мастила припиняється, і воно знов набуває властивостей твердого тіла. Таке поєднання з властивостей твердого тіла і рідини обумовлено будовою пластичних мастил – наявністю структурного каркаса. Роль структурного каркаса в пластичних мастилах виконує загусник, який утримує у своїх комірках рідке середовище. Але слід враховувати, що при надмірному підвищенні навантаження і відповідно температури процес може стати необоротним і відбудеться розшарування мастила на рідку і густу складові. Сучасні пластичні мастила є багатокомпонентними структурами, що відповідають багатьом, часто суперечливим вимогам, які висуває специфіка роботи вузлів тертя машин.

Склад пластичних мастил

Пластичне мастило складається з трьох компонентів: оливної основи (дисперсне середовище), твердого загусника (дисперсна фаза) і добавок. Як оливну основу мастила використовують оливу нафтового і синтетичного походження. У складі більшості пластичних мастил на частку рідкої оливи припадає 70... 95 % маси. Як правило, це мінеральні оливи, але для отримання значного інтервалу робочих температур застосовують такі синтетичні речовини, як силікони та диефіри. Від оливної основи залежать багато які властивості мастил, хоча найважливіші їх характеристики визначаються типом загусника. Загусниками служать речовини органічного і неорганічного походження (жирні солі м'яких металів, парафін, силікагель, бентоніт, сажа, органічні пігменти тощо). Вони створюють просторовий каркас мастила, а їх кількість складає орієнтовно 5...30 % (найчастіше всього 10...20 %) маси мастила. Саме загусник визначає основні властивості пластичного мастила. Назву загусника, як правило, переносять на назву самого мастила – літієве, натрієве, цинкове, кальцієве тощо. Для надання пластичним мастилам певних

експлуатаційних властивостей у них вводяться спеціальні добавки, до яких належать: - присадки – оліворозчинні поверхнево-активні речовини (переважно ті самі, що використовуються в моторних, 4 трансмісійних і інших оливах). Присадки складають 0,1...5 % маси мастила; - наповнювачі, які поліпшують антифрикційні і герметизувальні властивості. Це тверді речовини, як правило, неорганічного походження, не розчинні в оліві (дисульфід молібдену, графіт, слюда тощо). Наповнювачі складають 1...20 % маси мастила; - стабілізатори і модифікатори колоїдної структури, які сприяють формуванню більш міцної і еластичної структури мастила. Вони є поверхнево-активними речовинами (кислоти, спирти) і складають 0,1...1 % маси мастила; - барвники – надають мастилу певного забарвлення.

Експлуатаційні властивості пластичних мастил

Дія пластичного мастила набагато складніша, ніж оливи, тому для ефективного виконання своїх функцій мастила повинні мати ряд експлуатаційних властивостей. ДСТУ 4310:2004 (Мастила. Номенклатура показників якості) передбачає оцінювання якості пластичних мастил за нижченаведеними показниками. Межа міцності на зсув – це мінімальна питома напруга, яку потрібно прикласти до мастила, щоб змінити його форму і зсунути один шар відносно іншого, тобто порушувати його структурний каркас. Цей показник характеризує здатність мастил утримуватися у вузлах тертя, протистояти скиданню з деталей, що рухаються, під впливом інерційних сил і утримуватися на похилих і вертикальних поверхнях, не стікаючи і не сповзаючи. При менших навантаженнях пластичні мастила зберігають свою внутрішню структуру і пружно деформуються подібно до твердих тіл, а при нарузі зсуву вище за межу міцності структура руйнується, мастила починають текти і виявляють властивості в'язкої рідини. Межа міцності мастила залежить від температури (з її підвищенням вона найчастіше знижується) і швидкості прикладання сили. При невисокій межі міцності мастила погано утримуються у вузлах тертя, що не герметизуються, а при високому – не надходять до

поверхонь тертя навіть при достатній кількості мастильного матеріалу в механізмі. При робочій температурі вузла межа міцності не повинна перевищувати 300÷500 Па, а мінімальне її значення при найбільшій температурі в робочій зоні має бути не нижче 100... 200 Па. При температурі 20°C межа міцності повинна бути рівною 300...1500 Па

Класифікація і маркування мастил за вітчизняним стандартом

Залежно від складу вирізняють чотири групи мастила.

1 Мильні мастила, для отримання яких як загусник застосовують солі вищих карбонових кислот (мила). Залежно від катіона мила їх поділяють на літієві, натрієві, калієві, кальцієві, барієві, цинкові, свинцеві та ін. Залежно від аніона мила мастила одного і того самого катіона поділяють на звичайні і комплексні (кальцієві, літієві, барієві, алюмінієві і натрієві). Комплексні мастила працездатні у більш широкому інтервалі температур, ніж звичайні. В окрему групу виділяють мастила на змішаному милі, в якому як загусник використовують суміш мила (літієвокальцієві, натрієво-кальцієві та ін.: першим вказаний катіон мила, частка якого в загуснику більша). Мильні мастила залежно від використаної для їх отримання жирової сировини називають умовно синтетичними (аніон мила – радикал синтетичних жирних кислот) або жировими (аніон мила – радикал природних жирних кислот), наприклад, синтетичні або жирові солідоли.

2 Неорганічні мастила, для отримання яких як загусник використовують термостабільні з добре розвинутою питомою поверхнею високодисперсні неорганічні речовини. До них відносять силікагелеві, бентонітові, графітні, азбестові і інші мастила. 3 Органічні мастила, для отримання яких використовують термостабільні, високодисперсні органічні речовини. До них відносять полімерні, пігментні, полісечовинні, сажеві та інші мастила.

4 Вуглеводневі мастила, для отримання яких як загусники використовують високоплавкі вуглеводні (петролатум, церезин, парафін, озокерит, різний природний і синтетичний віск). Залежно від типу дисперсної

основи розрізняють пластичні мастила на нафтових і синтетичних оливах. Згідно з ДСТУ 4226:2003 (Мастильні матеріали, індустріальні оливи та споріднені продукти (клас L). Класифікація. Група X (мастила) (ISO 6743-9:1987, MOD)) всі пластичні мастила класифікують по за такими ознаками:

- призначенням;
- типом загусника;
- класом консистенції.

Маркування пластичних мастил включає названі ознаки класифікації, і, крім того, обов'язково містить рекомендований температурний інтервал застосування і може включати позначення типу оливної основи і позначення наявності різних наповнювачів. За призначенням всі пластичні мастила поділяються на чотири групи, що позначаються в маркуванні великими буквами російського алфавіту: - антифрикційні – призначені для зниження зносу і тертя ковзання спряжених деталей. Складають приблизно 80 % всіх пластичних мастил і поділяються на 12 підгруп, кожна з яких має власне позначення (див. таблицю 1); - консерваційні – призначені для захисту металевих виробів і механізмів від корозії під час зберігання, транспортування і експлуатації. Позначаються буквою З. Застосовуються у металевих виробках і механізмах всіх видів, за винятком сталевих канатів і випадків, коли потрібно застосовувати консерваційні оливи і тверді покриття; - канатні – оберігають сталеві канати від зносу, корозії і проникнення органічних речовин. Позначаються буквою К. Змащують ними сталеві канати і троси, а також осердя сталевих канатів; - ущільнюючі – призначені для герметизації зазорів, полегшення збирання і розбирання арматури, сальникових пристроїв, різьбових, роз'ємних і інших рухомих з'єднань. Поділяються на три підгрупи, кожна з яких має власне позначення (див. таблицю 2). Мастило, яке одночасно може бути віднесено до декількох груп (підгруп) за призначенням, відносять до тієї групи (підгрупи), яка найбільш типова для його застосування.

Таблиця 1 – Класифікація і позначення антифрикційних мастил

Група	Підгрупа	Сфера застосування
С	Загального призначення для звичайних температур	Вузли тертя з робочою температурою до 70 °С
О	Загального призначення для підвищених температур	Вузли тертя з робочою температурою до 110 °С
М	Багатоцільові	Вузли тертя з робочою температурою від -30 до +130 °С в умовах підвищеної вологості середовища. В достатньо потужних механізмах зберігають працездатність при температурі до - 40 °С
Ж	Термостійкі	Вузли тертя з робочою температурою більше 150 °С
Н	Морозостійкі	Вузли тертя з робочою температурою нижче -40 °С
И	Протизадирні і протизносні	Підшипники кочення при контактних напруженнях більше 2500 МПа і підшипники ковзання при питомих навантаженнях більше 150 МПа. Містять протизадирні присадки і тверді добавки
Х	Хімічно стійкі	Вузли тертя, що контактують з агресивними середовищами (кислотами, лугами тощо)
П	Приладові	Вузли тертя приладів і точних механізмів
Т	Редукторні (трансмісійні)	Зубчаті і гвинтові передачі всіх видів
Д	Припрацьовувальні (дисульфідномолібденові, графітні та інші пасти)	Спряження поверхонь з метою полегшення складання, запобігання задирів і прискорення припрацювання
У	Вузькоспеціалізовані (галузеві)	Вузли тертя, мастила для яких мають задовольняти додаткові вимоги, не передбачені у вище перелічених групах (прокачуваність, емульгованість тощо). Для переважного застосування в окремих галузях техніки (залізничні, індустриальні тощо)
Б	Брикетні	Вузли і поверхні ковзання з пристроями для використання мастил у вигляді брикетів

Таблиця 2 – Класифікація і позначення ущільнювальних мастил

Група	Підгрупа	Сфера застосування
А	Арматурні	Запірна арматура і сальникові пристрої
Р	Різьбові	Різьбові з'єднання
В	Вакуумні	Рухомі і роз'ємні з'єднання і ущільнення вакуумних насосів

ДСТУ 4226:2003 виділяє 20 основних типів загусників, які поділені на чотири групи і позначаються великими буквами російського алфавіту так, як показано в таблиці 3. При маркуванні мастила це позначення проставляється відразу після індексу пластичного мастила відповідно до сфери застосування.

Позначення **М**, **О**, і **Н** використовуються тільки в тих випадках, коли загусник, що входить в одну із цих трьох груп, не передбачений переліком, наведеним у таблиці 3. Комплексне мастило позначають буквою **к**, після якої записують позначення відповідного мила (**кКа**, **кЛи** тощо). При виготовленні пластичного мастила може використовуватися суміш з декількох загусників, тоді в маркуванні включається складний індекс з двох позначень, розташованих через дефіс і на першому місці ставлять той загусник, концентрація якого в мастилі вище (**На-Ка**, **Ли-Бн** тощо).

Таблиця 3 – Типи загусників пластичних мастил

Загусник	Індекс	Загусник	Індекс
Мило	М	Тверді вуглеводні	Т
Алюмінієве	Ал	Органічні речовини	О
Барієве	Ба	Пігменти	Пг
Кальцієве	Ка	Полімери	Пм
Літієве	Ли	Уреати	Ур
Натрієве	На	Фторвуглеводні	Фу
Свинцеве	Св	Неорганічні речовини	Н

Цинкове	Цн	Глини	Бн
Калієве	К	Сажа	Сж
Комплексне	кМ	Силікагель	Си
Суміш мил	М1-М2		

Далі в маркування пластичних мастил записується рекомендований температурний інтервал застосування мастила, який записується у вигляді дробу відразу після позначення типу загусника. В чисельнику дробу (без знаку "мінус") записується зменшена в 10 разів мінімальна робоча температура, а в знаменнику також зменшена в 10 разів максимальна температура (наприклад, позначення **2/7** відповідає інтервалу температур від - 20 до +70°C). Обидві температури округлюються з точністю до 10 °С. Рекомендований температурний інтервал застосування має орієнтовний характер, оскільки допустимі температури застосування залежать не тільки від властивостей мастила, а й від конструкції і умов роботи (швидкість, навантаження, строк заміни мастила) вузла тертя, що змащується.

За мінімальну температуру застосування мастила приймають температуру, при якій його в'язкість, визначена за ГОСТ 7163, складе 2000 Па·с. За максимальну температуру застосування приймають температуру, рекомендовану технічною документацією на мастило.

Тип оливної основи і наявність твердих домішок в оливі позначають у маркуванні малими буквами російського алфавіту.

Позначення типу оливної основи ставиться відразу після позначення температурних інтервалів роботи, а позначення твердих домішок (якщо вони є) через дефіс від нього. Варіанти позначення цієї ознаки подані в таблиці 4. Мастила, виготовлені на нафтовій основі, буквою "н" не позначаються, її вводять у позначення мастил, виготовлених на основі суміші нафтових і інших видів олив.

Суміш двох і більше олив позначають складеним індексом («нк», «уэ» тощо). На перше місце ставлять індекс оливи, яка входить до складу дисперсного середовища у більшій кількості.

Індекс «п» застосовують у випадках, коли синтетичні або інші оливи, що входять до складу дисперсного середовища, не передбачені переліком, наведеним у таблиці 4.

Таблиця 4 – Позначення дисперсійного середовища і твердих домішок у пластичних мастилах

Дисперсійне середовище	Індекс	Тверді домішки	Індекс
Нафтова олива	н	Графіт	г
Синтетичні вуглеводні	у	Дисульфід молібдену	д
Кремнійорганічні рідини	к	Порошок свинцю	с
	ж	Порошок міді	м
Галагеновуглецеві рідини			
Складні ефіри	1	Порошок цинку	ц
Фторсілоксани	ф	Інші тверді домішки	т
Перфторалкілполіефіри	а		
Інші оливи і рідини	п		

Далі в маркуванні мастила включається позначення класу консистенції. Позначаються ці класи арабськими цифрами. За класом консистенції всі пластичні мастила поділяються на 10 груп (таблиця 5), які відповідають певному значенню penetraції мастила.. Клас консистенції записується або через дефіс від температурних меж роботи, або відразу за позначенням оливної основи або твердих домішок.

Мастило з пенетрацією, проміжною між класами консистенції, належить найближчому класу консистенції. Більшість пластичних мастил, які широко застосовуються у техніці, мають клас консистенції від 00 до 3.

Таблиця 5 – Класи консистенції пластичних мастил

Пенетрація при 25 °С, мм×10 ⁻¹	Клас консистенції	Пенетрація при 25 °С, мм×10 ⁻¹	Клас консистенції
445.475	000	220.250	3
400.430	00	175.205	4
355.385	0	130.160	5
310.340	1	85.115	6
265.295	2	нижче 70	7

Таким чином, маркування пластичних мастил може мати такий вигляд: **СКа 2/7-2** (солідол) – це мастило загального призначення для звичайних температур, загущене кальцієвим милом, температурні межі його роботи від -20 °С до +70 °С, виготовлене на основі нафтової оливи і має пенетрацію 265÷295 мм×10⁻¹.

УЛі 4/13з3 – мастило вузькоспеціалізоване, загущене літієвим милом, працездатне при температурах від -40 °С до +130 °С, виготовлене на основі складних ефірів і має пенетрацію 220÷250 мм×10⁻¹.

КТ 6/5к-г4 – канатне мастило, загущене твердими вуглеводнями, температурні межі працездатності від -60 °С до +50 °С, виготовлене на основі кремнійорганічної рідини, містить тверду добавку графіт, має пенетрацію 175÷205 мм×10⁻¹.

АЦн 0/4п7 – мастило арматурне, загущене цинковим милом, рекомендоване до застосування при температурах від 0 °С до 40 °С, виготовлене на оливі, тип якої непередбачений переліком таблиці 4, має пенетрацію менше 70 мм×10⁻¹. Незважаючи на існуюче маркування пластичних мастил, передбачене ДСТУ 4226:2003, виробники позначають свої продукти так званими товарними знаками, які набули широкого застосування і достатньо відомі споживачам, набагато краще, ніж «гостовані» позначення.

Закордонні стандарти на пластичні мастила

У світі існує декілька стандартів, які обумовлюють класифікацію і маркування пластичних мастил. Але найбільшого розповсюдження серед європейських виробників і споживачів набули такі стандарти і класифікатори: - NLGI, розроблений Національним інститутом пластичних мастил США (National Lubricating Grease Institute); - ISO 6743/9-87, розроблений міжнародною організацією зі стандартизації (International Organization for Standardization); - DIN 51 502, розроблений Німецьким інститутом зі стандартизації (Deutsches Institut für Normung).

Класифікатор NLGI встановлює шкалу консистенції (рухомості) мастила. Згідно з цією шкалою всі мастила поділяються на 9 класів (див. таблицю 6) залежно від їх пенетрації. Класифікаційні бали за NLGI майже повністю відповідають застосованим у ДСТУ 4226:2003, які наведені у таблиці 5. Порядок визначення пенетрації викладений у ISO 2137 (Petroleum products and lubricants — Determination of cone penetration of lubricating greases and petrolatum) та вже згаданому вище ГОСТ 5346.

Таблиця 6 – Класи консистенції пластичних мастил за NLGI

Діапазон пенетрації, перемішаного мастила 10^{-4} м	Класифікаційний бал ЖБІ	Раніше вживані позначення консистенції
445.475	000	рідка
400.430	00	напіврідка
355.385	0	дуже м'яка
310.340	1	м'яка
265.295	2	напівм'яка
220.250	3	середня
175.205	4	напівтверда
130.160	5	тверда
85.115	6	дуже тверда

Стандарт ISO 6743/9 (Lubricants, industrial oils and class L related products — Мазивні матеріали, промислові оливи та супутні продукти класу L).

Класифікація. Групи Х (пластичні смазки)) класифікують всі пластичні мастила за такими ознаками, які в маркуванні цих мастил позначають буквами латинського алфавіту і арабськими цифрами: - мінімальна робоча температура (таблиця 7); - максимальна робоча температура (таблиця 8); - мастильні властивості за наявності води та антикорозійні властивості мастила (таблиця 9); - мастильні властивості мастила при високих і малих навантаженнях (таблиця 10); - клас консистенції за NLGI (таблиця 6).

Таблиця 7 – Символи мінімальної робочої температури пластичних мастил за ISO 6743-9

Мінімальна температура, °C	Символ
0	A
Мінус 20	B
Мінус 30	C
Мінус 40	D
Нижче мінус 40	E

Таблиця 8 – Символи максимальної робочої температури пластичних мастил за ISO 6743-9

Максимальна температура, °C	Символ
60	A
90	B
120	C
140	D
160	E
180	E
Вище 180	F

Таблиця 9 – Символи антикорозійних властивостей мастил за ISO 6743-9

Навколишнє середовище	Антикорозійні властивості*	Символ
1	2	3
Сухе	Λ	A
Сухе	M	B
Сухе	H	C
Статична волога	Λ	1)
Статична волога	M	E
Статична волога	H	E
Промивання водою	Λ	Є
Промивання водою	M	H
Промивання водою	H	I
* 1. - відсутність захисних властивостей; M - захисні властивості за наявності дистильованої води; H - захисні властивості за наявності солоної води.		

Таблиця 10 – Символи мастильних властивостей мастил при навантаженні за ISO 6743-9

Характеристика мастила	Символ
Не виявляє підвищеної стійкості до відносно високих тисків	A
Має підвищену стійкість до високих контактних тисків	B

Повне позначення пластичних мастил згідно з ISO 6743/9- 87 буде мати такий вигляд: **ISO-L-XBEGB 00**,

де **ISO** – аббревіатура "Міжнародної організації зі стандартизації";

L – клас матеріалу (у відповідності до стандарту ДСТУ ISO 8681:2002 Нафтопродукти та матеріали мастильні. Загальна класифікація. Позначання класів (ISO 8681:1986, IDT);

X – група мастильного матеріалу (відповідно до ISO 6743/0-81 (Мастила, промислові оливи та супутні продукти (клас L) всі пластичні мастила мають умовне позначення **X**);

B – мінімальна робоча температура (згідно з таблицею 7 це -20 °C);

E – максимальна робоча температура (згідно з таблицею 8 це 160 °C);

G – антикорозійні властивості (згідно з таблицею 9 мастило може працювати при контакті із водою, але має в таких умовах погані захисні властивості);

B – характеристика працездатності при великих навантаженнях (згідно з таблицею 10 мастило може працювати при значних навантаженнях);

00 – клас консистенції за NLGI (згідно з таблицею 6 мастило має penetрацію 400...430 10⁻⁴ м).

Відповідно до стандарту DIN 51 502 код пластичного мастила складається з набору букв і цифр, який записується у вигляді: **KP SI F 3 G -20**,

де **K** – призначення мастила (таблиця 11. Мастило призначене для підшипників кочення і ковзання та площин ковзання); **P** – мастило містить присадку (таблиця 12. У випадку коли присадок у мастилi немає, будь-яке позначення відсутнє); **SI** – мастило виготовлене на основі силіконової рідини (таблиця 12. В разі виготовлення мастила на мінеральній олівi позначення не вноситься в марку); **F** – свідчить про наявність твердого наповнювача (таблиця 12);

3 – індекс пластичності за NLGI (таблиця 6. Мастило має penetрацію 220...250 10⁻⁴ м); **G** – верхня температура застосування і водостійкість (таблиця 13. Мастило працездатне при температурі до

100 °С і має задовільну стійкість до вимивання водою при температурі 90 °С);

-20 – найнижча температура застосування мастила.

Таблиця 11 – Позначення мастил за призначенням за DIN 51 502

Призначення	Символ
Для підшипників кочення і ковзання та площин ковзання	К
Для закритих передач	є
Для відкритих передач	ос
Для підшипників ковзання і ущільнень (більш легкі вимоги, ніж у пластичних мастилах групи К)	М

Таблиця 12 – Позначення присадок і базових олив по DIN 51502

Присадки і базові оливи	Символ
Присадки і добавки	
Присадка для зниження тертя і зношування в зоні контакту та (або) для збільшення допустимого навантаження	Р
Присадки, такі як графіт, дисульфід молібдену тощо	Е
Синтетичні та напівсинтетичні оливні основи	
Поліефірна олива	Е
Фторовмісні рідини	ЕК
Синтетичні вуглеводні	не
Складний ефір фосфорної кислоти	рн
Поліглікольова олива	РС
Силіконова рідина	81
Інші оливи	Х

Таблиця 13 – Позначення верхньої межі робочої температури і водостійкості пластичних мастил за DIN 51 502

Символ	Верхня межа робочої температури, °C	Стійкість до вимивання водою при температурі °C *
1	2	3
С	+60	0 при 40 °C або 1 при 40 °C
В	+60	2 при 40 °C або 3 при 40 °C
Е	+80	0 при 40 °C або 1 при 40 °C
Е	+80	2 при 40 °C або 3 при 40 °C
Є	+100	0 при 90 °C або 1 при 90 °C
Н	+100	2 при 90 °C або 3 при 90 °C
К	+120	0 при 90 °C або 1 при 90 °C
М	+120	2 при 90 °C або 3 при 90 °C
Н	+140	Додатково обговорюється
Р	+160	Додатково обговорюється
К	+180	Додатково обговорюється
В	+200	Додатково обговорюється
Т	+220	Додатково обговорюється
и	Вище +220	Додатково обговорюється
* 0 - без змін; 1 - незначні зміни; 2 - значні зміни; 3 - сильні зміни.		

Деякі пластичні мастила, що застосовуються для змащення пар тертя БКВРМ

В даний час випускається близько 200 марок мастил різного призначення. Але існує ряд найуживаніших мастил, які за своїми властивостями підходять для багатьох вузлів машин. Для різних вузлів тертя БКВРМ широко використовуються такі мастила:

Мастила загального призначення:

Солідол жировий (СКа 2/7-2) і солідол синтетичний

(СКа 2/8-3) –характеризуються хорошою колоїдною стабільністю, в'язкісно-температурними властивостями. Являє собою м'яку маслянисту мазь від світло- до темно-коричневого кольору. Застосовують як мастило загального призначення у вузлах тертя автомобілів, тракторів, сільськогосподарських машин, верстатного устаткування, відкритих зубчатих і ланцюгових передач при температурі 60÷80 °С (при більш високих температурах солідоли необоротно розпадаються). Жирові і синтетичні солідоли можна змішувати в будь-яких пропорціях. В якості заміника можна застосовувати мастило

Літол-24.

Графітне мастило (СКа 2/7-г2) – близьке за складом до

синтетичного солідолу. В його склад входить до 10% дрібного меленого графіту. Колір мастила – чорний із сріблястим відтінком. Використовується для мащення деталей, що мають грубу поверхню і працюють під високим навантаженням (відкриті зубчаті передачі лебідок, круги катання екскаваторів, кранів, зубчаті вінці розчинозмішувачів, ресорні листи, ланцюги бортових редукторів тощо). Температурний діапазон застосування від -20 до 60 °С.

Мастила для підвищених температур: Консталін-1 і консталін-2 (ОНа 2/11-2) – неводостійкі, тому їх не можна використовувати в умовах підвищеної вологості, але вони тугоплавкі (короткочасно витримують температуру до 150 °С) і тому їх застосовують для мащення пар тертя, які працюють під високим навантаженням, наприклад, у роликових підшипниках.

1-13 (ОНа-Ка 2/11-3) – має вигляд однорідної слабозернистої мазі від світло- до темно-жовтого кольору.

Недоліками цього мастила є низька водостійкість, задовільні низькотемпературні властивості, дефіцитна сировина. Це мастило використовується для мащення підшипників кочення, маточин коліс і інших аналогічних вузлів тертя, де температури не перевищують 100 °С.

Багатоцільові мастила:

Ці мастила водостійкі, витримують контакт навіть з киплячою водою. Температурний інтервал їх використання складає від -60 °С до +120 °С, тому ці мастила можна застосовувати всесезонно.

Літол-24, Літол-24РК (МЛн 4/13-3) – водостійке навіть у

киплячій воді і достатньо морозостійке (до -40 °С). Має високу механічну стабільність та верхню температурну межу застосування на рівні 120 °С. Використовується в будь-яких вузлах тертя, але в погано очищених і грубих вузлах тертя застосовувати таке високоякісне мастило недоцільно, оскільки воно коштує дорого.

Фіол-1 (МЛн 4/12-1), Фіол-2 (МЛн 4/12-2), Фіол-2М

(МЛн 4/12-д2) – дуже близькі за складом і властивостями мастилу *Літол-24*. Відрізняються вони між собою тільки за в'язкісно-міцнісними властивостями, а мастило *Фіол-2М* ще і покращеною водостійкістю та наявністю в своєму складі 2 % дисульфиду молібдену, що покращує його протизношувальні та протизадирні властивості. Цілком можуть бути замінені мастилом *Літол-24*. Призначені для мащення вузлів тертя кочення різних машин і механізмів, що працюють при середніх навантаженнях.

Термостійкі мастила:

ЦИАТИМ-221 (ЖкКа 6/15к1) – пластичне мастило білого або світло-сірого кольору. Являє собою синтетичну оливу, що загущена комплексним кальцієвим милом з додаванням антиокислювальної присадки. Призначене для мащення підшипників кочення електромашин, систем управління і приладів з частотою обертання до 10000 хв-1, агрегатних підшипників літальних апаратів, вузлів тертя і спряжених поверхонь метал-метал і метал-гума, що працюють при температурі від -60 до +150 °С. При поглинанні вологи ущільнюється, має погані протизношувальні характеристики, інертне до гуми та полімерів.

УНІОЛ-1 (ЖкКа 4/16-2) – водостійке і термостійке, характеризується хорошими протизадирними властивостями, колоїдною стабільністю. Область

застосування: вузли тертя індустриального устаткування, гарячих конвеєрів, гірничодобувного устаткування, автотракторної, сільськогосподарської техніки, міського електротранспорту, керамічного виробництва. Температура його використання складає від -40 до +150 °С, короткочасно – до 200 °С. Його недоліком є схильність до зміцнення і гігроскопічність. Це мастило майже в 100 разів дешевше ЦИАТИМ-221.

Графітол (ЖСи 2/16-г2) – призначений для мащення підшипників кочення, ковзання і зв'язаних поверхонь промислового устаткування, що працює при температурах до 160 °С (гарячі вентилятори, петлі і замки сушильних камер і інших індустриальних механізмів). Має високу термічну

стабільність, низьку випаровуваність, добрі протизадирні властивості та задовільну водостійкість.

Морозостійкі мастила:

ЦИАТИМ-202 (НЛи 5/12-2) – одне з найкращих морозостійких мастил (працездатне при температурі до -60 °С), можна використовувати при температурі до +150 °С, а протягом довгого часу – не вище 80÷90 °С. Є м'якою мазю жовтого або світло-коричневого кольору. Мастило водостійке, але має низьку колоїдну стабільність і змивається з відкритих поверхонь.

Застосовується для мащення підшипників кочення, ковзання, шарнірів при невеликих навантаженнях.

ЦИАТИМ-203 (НЛи 5/9-2) – призначене для мащення зубчатих, черв'ячних передач редукторів, підшипників ковзання і кочення, різних силових приводів, гвинтових пар, навантажених редукторів, механізмів, експлуатованих на відкритих майданчиках, що працюють при високих навантаженнях. Має підвищену хімічну і колоїдну стабільність, водостійкість і протизношувальні властивості.

ЛІТА (НЛи-Т 5/10-3) – морозостійке багатоцільове літєве мастило. За властивостями близьке до *ЦИАТИМ-202*. Водостійке, має хороші консерваційні властивості, але низьку механічну стабільність. Рекомендується до

застосування у всіх кліматичних зонах для мащення різних вузлів тертя: машин і механізмів, що експлуатуються просто неба, механізмів переносного інструменту з електричним або механічним приводом.

Редукторні мастила (напіврідкі):

ЦИАТИМ-208 (ТКа 3/10-1) – застосовується для мащення важконавантажених шестеренних редукторів гусеничної техніки, що працює при температурі від -30 до 100 °С. Має добру водостійкість, працездатне довгий час у герметизованих вузлах тертя.

СТП – призначені для мащення тягових редукторів локомотивів, редукторів сільськогосподарської техніки та промислових підприємств: *СТП-1* – для роботи при температурі навколишнього повітря від -5 до 50 °С; *СТП-2* – для роботи при температурі навколишнього повітря від -25 до 50 °С; *СТП-3* – для роботи при температурі навколишнього повітря від -50 до 50 °С.

Трансол-100 (ТЛи 4/12нэ00) – призначене для мащення черв'ячних редукторів і мотор-редукторів, що працюють з максимальними питомими навантаженнями в зачепленні до 400 МПа, і працездатне не менше 10000 годин при сталій температурі мастила в редукторі не більше 110 °С. Має високу термодинамічну стабільність і водостійкість та добрі протизношувальні і протизадирні властивості.

Трансол-200 (ТЛи 3/13-00) – призначене для мащення циліндрових і планетарних редукторів і мотор-редукторів, що працюють з максимальними питомими навантаженнями в зачепленні до 2000 МПа, і працездатне не менш 10000 годин при сталій температурі мастила в редукторі не вище 70 °С. Має високі протизношувальні властивості і хімічну стабільність.

ОСп-Л і ОСп-З – застосовуються для мащення зубчатих передач редукторів, тягових редукторів тепловозів, редукторів сільськогосподарської техніки, промислових підприємств, дорожньої і будівельної техніки.

Вузькоспеціалізовані мастила: Автомобільні мастила:

АМ карданне (УНа 1/11-3) – мастило від світло-сірого до темно-коричневого кольору. Застосовується для мащення шарнірів карданів постійних кутових швидкостей передніх ведучих мостів автомобілів. Чутливе до вологи та має низьку механічну стабільність.

№ 158 (УЛи-К 3/11-2) – рекомендується для мащення голчатих підшипників карданних шарнірів на весь термін служби вузла тертя (до капітального ремонту) та підшипників кочення автотракторного обладнання. Як дублююче зазвичай призначається мастило *Літол-24*, проте воно забезпечує дещо меншу довговічність голчатих підшипників. Має добру антиокислювальну і механічну стабільність, протизношувальні властивості та задовільну водостійкість. Недоліками є відносно вузький температурний діапазон застосування, при контакті – інтенсивне фарбування шкіри рук і одягу, що обумовлене наявністю в складі мастила фталоціаніну міді.

ЛСЦ-15 (УЛи 4/13-2) – призначене для мащення шарнірів і осей приводів акселераторів, важелів виключення, шліцьових з'єднань, механізмів склопідйомників автомобілів, вузлів тертя промислового устаткування. Містить окисел цинку. Має високу термічну, колоїдну, механічну та антиокислювальну стабільність.

Водостійке.

ШРУС-4 (УЛи 4/12-д2) – призначене для мащення шарнірів рівних кутових швидкостей передньо- та повноприводних автомобілів. Містить дисульфід молібдену.

Водостійке. Має високі механічну та антиокислювальну стабільність, протизношувальні та протизадирні властивості і низьку випаровуваність.

Фіол-2У (УЛи 4/12-д2) – призначене для мащення голчатих підшипників хрестовин карданного вала автомобілів. Містить дисульфід молібдену. Має високу антиокислювальну, механічну і колоїдну стабільність. Добрі протизношувальні властивості і задовільна водостійкість

Мастила для залізничного транспорту:

ЛЗ-ЦНІІ (УНа-Ка 4/10-3) – призначене для мащення роликів підшипників буксових вузлів вагонного типу, в тому числі і спеціального рухомого складу. Має добрі протизношувальні і протизадирні властивості. Схильне до термоущільнення. Водостійкість слабка і недостатні консерваційні властивості.

ЖРО (УЛи 4/12-3) – призначене для мащення пар тертя буксових вузлів локомотивів, дизель-поїздів, моторвагонного та спеціального рухомого складу. Має високі водостійкі і протизадирні характеристики.

ЖТ-79Л (УЛи 6/12кз3) – призначене для мащення вузлів тертя гальмівного обладнання рухомого складу. Має добрі протизношувальні характеристики, морозо- та водостійкість. Не викликає набухання гуми.

ЖТ-72 (УкКа 6/12к3) – призначене для мащення вузлів тертя гальмівного обладнання рухомого складу. Морозостійке, не викликає набухання гумових ущільнень гальмівних приладів.

Контактне (УКа 6/12-г3) – призначене для мащення накладок та стиків рейок з метою забезпечення їх стійкої електропровідності. Містить графіт. Має низьку випаровуваність, добру колоїдну стабільність і водостійкість. Струмопровідне.

Рельсол М (УКа 3/5-00) і Рельсол ГС (Ука 4/5-000)

призначені для мащення пар тертя «колесо рухомого складу – рейка» рейкового транспорту. Мастила подаються на гребені бандажів колісної пари локомотивів спеціальним змащувальним пристроєм з періодичною подачею мастила (мастило *Рельсол М* подається під тиском).

Пума-М – металоплакувальне напіврідке мастило, застосовується для мащення важконавантажених зубчатих передач у редукторах двигунів локомотивів, а також для підвищення зносостійкості при контакті гребенів колісних пар і рейок. Мастило наноситися за допомогою пересувних механізмів на бічну грань рейки або змащувальним пристроєм на гребені коліс

локомотивів і закладним методом у вузли тертя. Залежно від умов експлуатації застосовується літнє *Пума-Мл* (УЛи 4/11-1) або зимове *Пума-Мз* (УЛи 5/8-0) мастило.

Консерваційні мастила:

Гарматне (ЗТ 5/5-6) – забезпечує надійний антикорозійний захист техніки (кольорових і чорних металів), практично нерозчинне у воді. При установленні техніки на зберігання даним мастилом консервують всі зовнішні нефарбовані поверхні, наконечники дротів акумуляторних батарей, свічки запалення і ряд інших деталей. Недолік: сильне загусання вже при 100 °С, тому наносити його на консервовані поверхні при низьких температурах без розігрівання укр. важко.

ВТВ-1 (ЗТ 4/4-7) (вазелін технічний волоконний) – запобігає окисленню клем акумуляторів, застосовується для консервації металевих виробів і зовнішніх поверхонь механізмів при транспортуванні і тривалому зберіганні. Висока водостійкість і морозостійкість.

Канатні мастила:

39У (КТ-Н 6/5к-Г4) – належить до захисних мастил.

Призначене для запобігання корозії і зниження тертя між окремими дротиками і рядами сталевих канатів. Чорного кольору. Температура плавлення складає 65...75 °С.

Торсіол-35Б (КТ 3/5-0) – призначене для мащення сталевих канатів різного призначення (окрім морських) у процесі їх виготовлення. Має добрі водо- та морозостійкість, консерваційні та антифрикційні властивості.

Торсіол-35Е (КТ 6/5нк0) – призначене для мащення сталевих канатів різного призначення (окрім морських) у процесі їх експлуатації; працездатне в інтервалі температур від -35 до 50 °С. Може застосовуватися для мащення (в процесі виготовлення) сталевих канатів, призначених для роботи при особливо низьких температурах.

Правильний вибір консистентного мастила має один з вирішальних впливів на тривалість та якість служби вузлів мащення, якими лише на прикладі комерційного транспорту є вальниці маточин коліс (підшипники ступиць), карданні та кульові шарніри, шкворні, сидельні опори, шліци трансмісії та інші деталі і механізми.

За фізичними характеристиками пластичні мастила можуть мати консистенцію від напіврідкого до твердого тіла, що надає їм одну з ключових переваг у порівнянні з рідкими мастилами (оливами). Таким чином консистентні мастила володіють кращою адгезією, тобто не стікають з поверхонь, захищають від потрапляння пилу та забруднень, володіють довшим терміном служби та усувають необхідність створення громіздкої системи змащення. Але експлуатаційні властивості пластичних мастил можуть бути вкрай різними в залежності від використовуваної базової оливи, легувальних додатків та типу загусника, що визначає їхнє цільове призначення.

Високоточно збалансована композиція складових компонентів на основі ретельно відібраної мінеральної базової оливи і спеціального комплексного літєвого загусника мастила **Arga Complex 2** забезпечує надійний та тривалий захист за екстремальних навантажень та температур. Особливо рекомендоване до застосування у вальницях маточин (підшипниках ступиць) коліс автомобілів та промислового обладнання, що працює за високих температур та потребує мастила NLGI 2 з протизношувальними (AW), антиокислювальними, антикорозійними і додатками для роботи за екстремального тиску (EP – extreme pressure). Призначене до використання в умовах, що вимагають найвищих показників ефективності мастила, подовжених міжсервісних інтервалів та при роботі у важкодоступних для обслуговування вузлах. Специфічне забарвлення Arga Complex 2 блакитного кольору дозволяє встановити присутність інших продуктів у вузлі та здійснити належну повну заміну мастила.

Для протидії умов ударних навантажень, низьких швидкостей, присутності вологи та запиленості фахівцями науково-технічного відділу у співпраці з сучасним лабораторно-дослідним центром Opet було розроблено високоефективне мастило Arga Super EPX 2. Завдяки спеціальним твердим добавкам у вигляді мілкодисперсного дисульфиду молібдену MoS_2 , що забарвлює мастило у чорний колір, поверхні деталей набувають додаткового захисного шару тертя, що попереджує пускове зношування та запобігає контактному руйнуванню за низьких швидкостей руху та екстремально високих тисків. Високу несучу здатність Arga Super EPX 2 навіть за вібраційних впливів додатково підтримує спеціальна EP-добавка (EP – Екстремальний Тиск), що робить це мастило найкращим для застосування у карданному валу, вальницях (підшипниках) ковзання та інших рухомих агрегатах будівельного, кар'єрного обладнання, важких і легких комерційних транспортних засобів, легкових автомобілів і машин з метою подовження строку служби деталей та інтервалів повторного змащування.

Для комплексного забезпечення потреб клієнтів та механізмів у високоякісних та доступних мастилах компанія «Фукс Мастила Україна» пропонує на нашому ринку серію багатофункціональних мастил Opet Arga Super EP у широкому діапазоні консистенцій від NLGI 00 до NLGI 3. Окрім типового застосування Arga Super EP 2 у підшипникових вузлах і агрегатах автомобілів, це мастило володіє чудовою механічною стабільністю та добрими водовідштовхувальними властивостями, що у поєднанні з високими протизадирними характеристиками робить його відмінним вибором для мащення аграрної, позашляхової техніки та інших механізмів машин і обладнання за робочих температур від -20°C до $+120^{\circ}\text{C}$. Напіврідке автомобільне мастило Arga Super EP 00 призначене для вузлів та агрегатів, що працюють в умовах екстремального тиску та змащуються централізованою системою мащення. Спеціальні EP-присадки екстремального тиску та літєвий загусник забезпечують неперевершений рівень роботи агрегатів в умовах

високих навантажень та температур до +120°C, а консистенція NLGI 00 забезпечує легке прокачування в умовах холодної погоди. Висока стійкість мастила Arga Super EP 00 до вимивання водою забезпечує подовжені міжсервісні інтервали техніки та збереження ресурсу вузлів і агрегатів.

Структурна стабільність та однорідність високоякісних мастил серії Arga B (NLGI 2, 3) сприяє збереженню показників пенітрації протягом усього міжзмінного інтервалу та забезпечує надійну роботу вузлів і агрегатів в багатьох умовах. Пластичне мастило Arga B 3 надає відмінний захист вальниць (підшипників), шарнірів, направляючих та інших тертьових поверхонь від зношування, що до 5 разів перевищує показники традиційного мастила Літол-24. Таким чином Arga B виступає у ролі єдиного мастила для ряду механізмів тракторів, гусеничних машин, екскаваторів, бульдозерів, суднових механізмів, електромашин, гірничої та дорожньо-будівельної техніки, а фасування 5 кг робить його застосування зручним та вигідним.

Питання для самоконтролю

- 1 В яких випадках для мащення вузлів тертя застосовуються пластичні мастила?
- 2 Опишіть роботу пластичного мастила при мащенні вузла тертя.
- 3 Назвіть основні складові частини пластичних мастил?
- 4 Що таке дисперсне середовище та дисперсна фаза?
- 5 Що належить до добавок до пластичних мастил?
- 6 Як оцінюються антикорозійні властивості пластичних мастил?
- 7 Яке значення має і як оцінюється така властивість, як вміст води в мастилах? 8 Як оцінюють водостійкість мастил?
- 9 Що таке межа міцності мастила на зсув? Як вона вимірюється?
- 10 Охарактеризуйте таку властивість пластичного мастила, як термоуцільнення.
- 11 Що таке в'язкість мастил? Як вона вимірюється?
- 12 Що таке мастильні властивості? Як вони оцінюються?
- 13 Що таке механічна стабільність пластичних мастил?
- 14 Яке значення має і як оцінюється колоїдна стабільність мастил?
- 15 Що таке випаровуваність пластичних мастил? Як вона вимірюється?
- 16 Яке значення має і як оцінюється вміст механічних домішок у мастилах?
- 17 Яке практичне значення має і як оцінюється температура краплепадіння мастил?
- 18 Що таке пенетрація пластичних мастил? Як вона вимірюється?
- 19 На які групи поділяють всі мастила за складом?
- 20 На які групи поділяють всі пластичні мастила за призначенням? Як вони позначаються при маркуванні?
- 21 Для чого призначені антифрикційні мастила?
- 22 На які підгрупи поділяють всі антифрикційні мастила? Як вони позначаються при маркуванні?

- 23 Для чого призначені консерваційні мастила? Як вони позначаються при маркуванні?
- 24 Для чого призначені канатні мастила? Як вони позначаються при маркуванні?
- 25 Для чого призначені консерваційні мастила, на які групи вони поділяються і як вони позначаються при маркуванні?
- 26 Які бувають типи загусників пластичних мастил? Як вони позначаються при маркуванні?
- 27 Як при маркуванні пластичного мастила записується рекомендований температурний інтервал його застосування?
- 28 Які бувають дисперсійні середовища в пластичних мастилах? Як вони позначаються при маркуванні?
- 29 Які бувають тверді домішки в пластичних мастилах? Як вони позначаються при маркуванні?
- 30 Що таке класи консистенції мастил? Як вони позначаються при маркуванні? 31 Які вам відомі закордонні нормативи, що обумовлюють класифікацію і маркування пластичних мастил?
- 32 Як позначаються пластичні мастила за стандартом ISO 6743/9-87?
- 33 Як позначаються пластичні мастила за стандартом DIN 51 502?
- 34 На які групи поділяються пластичні мастила за класифікацією NLGI?
- 35 Назвіть відомі вам марки пластичних мастил загального призначення.
- 36 Назвіть відомі вам марки пластичних мастил для залізничного транспорту. 37 Назвіть відомі вам марки канатних пластичних мастил.
- 38 Назвіть відомі вам марки редукторних пластичних мастил.
- 39 Назвіть відомі вам марки універсальних, термостійких та морозостійких пластичних мастил. 40 Наведіть основні правила роботи із пластичними мастилами.

ЛЕКЦІЯ 10

ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА ЗАСТОСУВАННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ ТЕХНІЧНИХ РІДИН

План лекції:

1. Експлуатаційні властивості, склад, маркування охолоджувальних рідин для ДВЗ.
2. Експлуатаційні властивості, склад, маркування гальмівних рідин.
3. Експлуатаційні властивості, склад, застосування пускових рідин та рідин для амортизаторів.

Значна частина теплової енергії у процесі роботи ДВЗ витрачається на нагрів деталей. Для забезпечення нормального теплового режиму необхідно постійно відводити тепло від найбільш нагрітих деталей двигуна. Кількість відведеної теплоти для ДВЗ досягає 30...35% загальної виділеної теплоти. В рідинних системах охолодження для відведення тепла використовують охолоджувальні рідини: воду, антифризи. Нормальна робоча температура охолоджувальної рідини має бути 85...95⁰С.

Надійність роботи системи охолодження, насамперед залежить від фізико-хімічних властивостей охолоджувальних рідин (ОР), тому вони повинні відповідати певним вимогам:

- в'язкість ОР повинна бути незначною для забезпечення вільної циркуляції в системі охолодження двигунів;
- температура кипіння повинна бути на 15...20⁰С вища за максимально можливу в системі охолодження, а температура застигання – не менше ніж на 5...10⁰С нижче мінімальних температур навколововнішнього середовища;
- ОР не повинні утворювати різних відкладень у системі охолодження (накип, осад, шлами), які знижують теплопровідність та порушують нормальну циркуляцію;

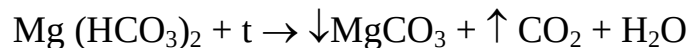
- не викликати корозію металевих деталей, руйнування ущільнювальних елементів;
- коефіцієнт розширення повинен бути якомога меншим, так як двигун може знаходитися у середовищі температур від мінусових до 100...110⁰С;
- забезпечувати циркуляцію ОР без утворення піни в системі охолодження;
- бути відносно дешевим, не дефіцитним, пожежобезпечним, нетоксичним.

Вода, як охолоджувальна рідина для ДВЗ використовується достатньо широко за рахунок не дефіцитності дешевизни та ін. Питома теплоємність води – 4.2 кДж/кг · ⁰С (тільки деякі рідини мають близькі значення етиловий спирт, етиленгліколь). Якість води залежить від складу та кількості домішок, які можуть знаходитися у вигляді колоїдних сполук або у розчиненому вигляді. Механічні домішки достатньо легко видаляються відстоюванням або фільтруванням. Якщо вода після фільтрування залишається непрозорою, то в ній залишилися дуже дрібні частки (десяті долі мікрон). Для їх видалення у воду додають **коагулянти** – речовини, під дією яких дрібні частинки збільшуються, утворюючи згустки, які легко фільтруються. Найчастіше для цього використовують залізний купорос $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ в концентрації 25...50 г/м³., хлорне залізо $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – 12...25г/м³. Сірчаноокислий алюміній $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ – 50...120 г/м³.

Окрім механічних домішок у воді знаходяться розчинні сполуки, які утворюють накип та кородують з металами. Утворена накип у системі охолодження зменшує розміри каналів та порушує циркуляцію. Теплопровідність накипу (0,2 Дж/м · с ⁰С) в 10...15 разів менша ніж у металів. Накип на стінках системи охолодження призводить до значної перевитрати палива при роботі двигуна. При товщині шару у 3 мм перевитрата складає 12%. Накип на стінках циліндрів (гільз) призводить до виникнення внутрішніх

нерівномірних напружень (внаслідок погіршення відводу тепла) та утворення тріщин деталей. Присутність нафтопродуктів у воді небажана. Вуглеводні входять до складу накипу і ще більше понижують їх теплопровідність (до 0,1 Дж/мс °С). Воду, яка схильна до утворення накипу називають твердою.

Загальна твердість – це загальний вміст у воді іонів кальцію та магнію. Одиниці виміру – мг – екв/л. Один мг – екв/л відповідає вмісту в 1 л води 20.04 мг кальцію (Ca) або 12.16 мг магнію (Mg). Загальна твердість води складається із карбонатної (тимчасової) та некарбонатної (постійної). Тимчасова твердість пов'язана з наявністю у воді бікарбонатів кальцію і магнію, які при нагрівання води до 80°C і вище розкладаються, утворюючи на стінках системи охолодження не розчинну у воді накип у вигляді карбонатів кальцію і магнію.



Постійну твердість зумовлюють некарбонатні солі хлоридів і сульфатів кальцію та магнію, які під дією температури не розкладаються, а змішуючись із водою або із солями (що знаходяться у воді) утворюють тверду накип. Вода вважається м'якою, якщо вміст солі – до 3 мг-екв/л. Таку воду можна використовувати у системі охолодження без пом'якшення. Воду середньої твердості (вміст солі від 3...6 мг – екв/л) – бажано пом'якшити. Воду із вмістом солі більше 6 мг-екв/л називають твердою і використовувати у ДВЗ не рекомендовано. Найбільш м'якою є дощова та снігова вода, річкова або озерна вважається достатньо м'якою (можна використовувати в системі охолодження).

Вода підземна (колодязна), морська – дуже тверда і підлягає пом'якшенню. Для пом'якшення води застосовують декілька способів. Найбільш простий – термічний (кип'ятіння протягом 15...50 хв). При цьому більша частина солі карбонатної твердості випадає в осад, який у подальшому фільтрують. При кип'ятінні твердість знижується до 1...2 мг-екв/л (бікарбонат магнію лише частково випадає в осад). Для пом'якшення води застосовують також хімічні способи – додаванням до води речовин, які утворюють зі солями кальцію та магнію нерозчинні сполуки, що випадають в осад. При цьому

використовують соду (Na_2CO_3) та гідрат кислів кальцію $\text{Ca}(\text{OH})_2$, або тринатрійфосфат Na_3PO_4 . Усі накипи утворюючі сполуки випадають в осад у вигляді нерозчинних солей CaCO_3 , MgCO_3 та $\text{Mg}(\text{OH})_2$. Ефективність такого способу значно вища ніж термообробка (залишкова твердість – 0,5...1,0 мг-екв/л). Достатньо ефективне пом'якшення води за допомогою пермутитових фільтрів, які виготовлені на основі алюмосилікатів лужних металів загальної хімічної формули $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{SiO}_2)_x \cdot (\text{Na}_2\text{O})_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

Широке застосування знайшов катіонітовий метод пом'якшення іонообмінними силами та алюмосилікатами. При проходженні через шар катіоніту іони натрію та водню в ньому замінюються іонами кальцію, магнію з твердої води. Після такої обробки можна отримати воду із залишковою твердістю до 0,05 мг-екв/л. Відпрацьовані катіоніти регенерують: Na – катіонітовий фільтр розчином хлористого натрію, H – катіонітовий соляною кислотою. При цьому відбувається зворотнє явище: іони натрію та водню замінюють у фільтрі іони кальція і магнія, що переходять у розчин. Достатньо ефективна та зручна у застосуванні магнітна обробка води.

Сутність методу полягає у проходженні твердої води між полюсами постійного магніту або електромагніту. При проходженні через силові лінії сіль, що утворює накип розпадається та випадає в осад. Утворенню накипу можна запобігти обробкою води безпосередньо в системі охолодження з додаванням антинакипінів. Деякі антинакипіни, наприклад, тринатрійфосфат – $\text{Na}_2\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ діють таким чином, що замість солей що утворюють тверду накип утворюється розшарована сіль – м'який шлам, який знаходиться у завислому стані. Через деякий час систему охолодження промивають і фільтрують воду.

Достатньо ефективним антинакипіном є **хромпик** – $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Якщо твердість – до 6 мг-екв/л то до 1 л води додають 3г хромпіка, а при більшій твердості – до 10 г. Крім того будучи активним окислювачем, хромпик утворює

на металевих поверхнях захисну окисну плівку, яка запобігає корозії. Для видалення накипу у системі охолодження застосовують різні розчини (Табл. 1).

Таблиця 1 - Розчини для видалення накипу

Склад розчину	Кількість, г на 10 л води	Час руйнування, год
Для всіх типів ДВЗ		
1. Технічна молочна кислота	600	1,0...3,0
2. Хромпик	200	8,0...10,0
3. Інгібірована соляна кислота	600...800	0,5...1,0
4. Суміш:		
• кальцинована сода;	1000...1200	10...12
• хромпик	20..30	-
5. Суміш:		
• Фосфорна кислота;	1000	0,5...1,0
• хромовий ангідрид	50	-
Для ДВЗ з чавунним блоком		
1. Технічна соляна кислота	250...300	0,5...1,0
2. Каустична сода	700...1000	7,0...10,0
1. Суміш:		
• тринатрійфосфат;	450	10...12
• кальцинована сода	550	-
2. Тринатрійфосфат	300...500	2,0...3,0

Недоліком води, як охолоджувальної рідини є не тільки її схильність до утворення накипу та шламу. Температура кипіння води 100 °С, що не завжди забезпечує охолодження сучасних форсованих двигунів. Замерзає води при температурі 0°С, при цьому приблизно на 10% збільшується в об'ємі. Тиск на стінці системи охолодження досягає 200 МПа, що призводить до її руйнування.

Це основна причина застосування **антифризів** – рідин, які мають властивість замерзати при низьких температурах. Найефективнішим з них є етиленгліколеві суміші, які забезпечуючи надійне охолодження двигуна повністю виключають можливість розморожування системи охолодження при низьких температурах з непрацюючим двигуном.

Етиленгліколь – це прозора без кольору, або дещо жовтувата в'язка рідина, яка не має специфічного запаху, добре змішується з водою, ацетоном, спиртами, нерозчинна у нафтопродуктах. Основні фізико-хімічні показники такі:

Густина при 20, °C, кг/м³ – 1113;

Коефіцієнт рефракції – 1,4318;

Температура кристалізації, °C – (-11,5);

Температура кипіння, °C – 197,4;

Коефіцієнт об'ємного розширення – 0,00062;

Питома теплоємність при 20 °C, кДж/кг·°C – 2,40;

Температура спалаху, °C – 122;

Незважаючи на основну позитивну характеристику (висока температура кипіння) етиленгліколь у чистому вигляді (концентрат) в системах охолодження ДВЗ не використовується у наслідок низької температури спалаху (122 °C) та високої температури кристалізації (-11,5). Для охолодження застосовують суміші етиленгліколю з водою. Змішуючи етиленгліколь з водою у різних співвідношеннях можна отримати рідини з температурою замерзання від 0°C до (- 75°C). Залежність температури замерзання водоетиленгліколевих розчинів від їх складу приведена на рис.1. При приготуванні антифризів необхідно використовувати тільки дистильовану воду.

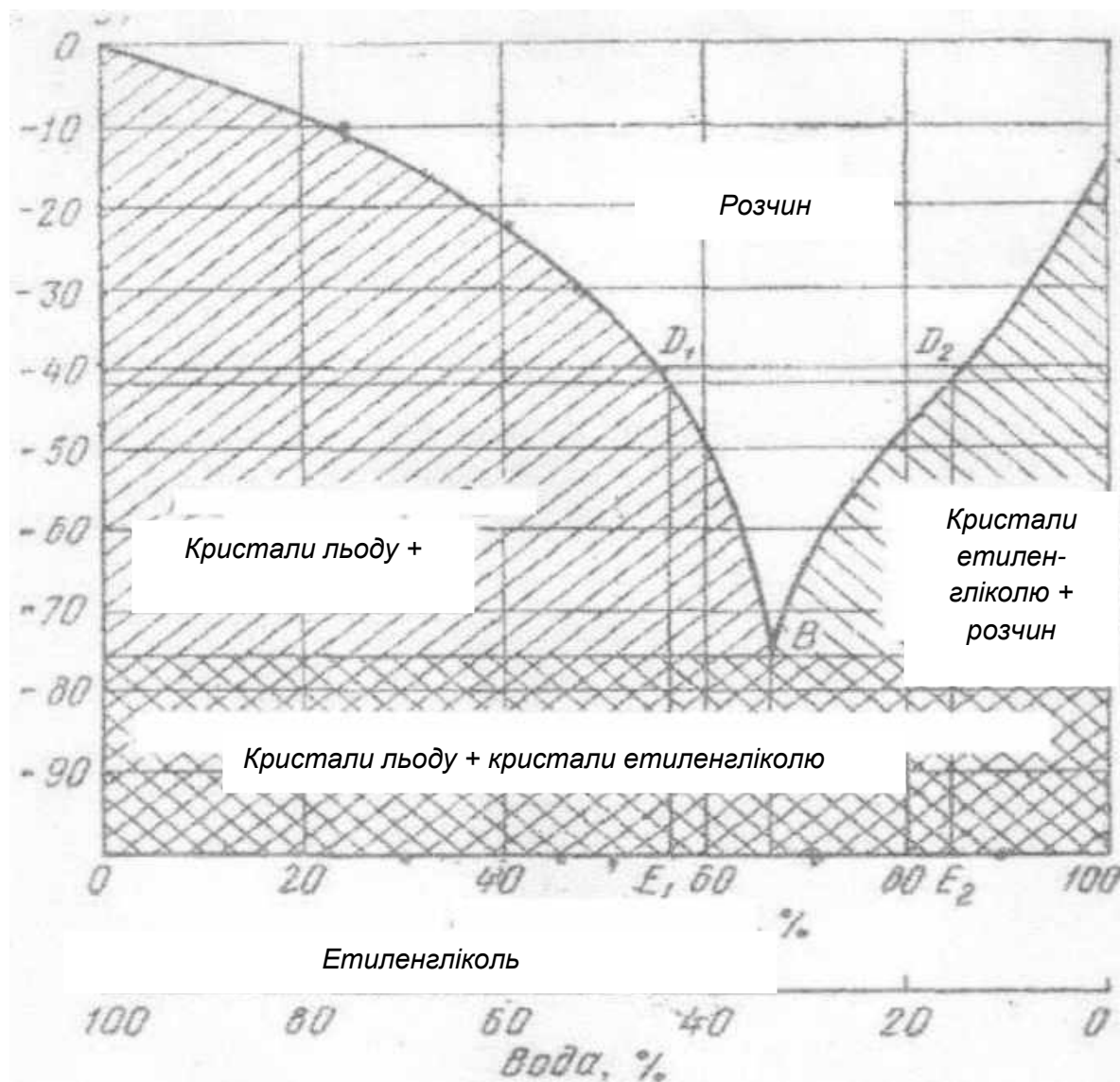


Рис.1. Графік кристалізації водоетиленгліколевих сумішей

Графік кристалізації має характерну точку, в якій сходяться ліва та права гілки. Вона відповідає співвідношенню: 33,3% води та 66,7% етиленгліколю з температурою замерзання (-75°C). У водних розчинах етиленгліколю із вмістом води від 0 до 33,3% (права гілка графіка) при замерзанні утворюється кристали етиленгліколю, а вода залишається у рідкому стані. При збільшенні вмісту води (більш за 33,3%) – ліва гілка - кристалізується вода, а етиленгліколь залишається у рідкому стані. У точці переходу одночасно кристалізується етиленгліколь і вода. Використанні водоетиленгліколевих сумішей має значні переваги: низька температура застигання, висока температура кипіння, достатні

в'язкісні властивості, високі теплоємність та теплопровідність, а також рідина не горюча.

Практично водоетиленгліколева суміш не замерзає, а кристалізується, при цьому об'єм збільшується незначно (на 0,2...0,3%). Тому при «замерзанні» система охолодження не руйнується. Основний недолік таких рідин – це їх токсичність. При потраплянні в організм людини рідини призводять до тяжких наслідків. Промисловість виробляє антифризи марок: «40», «40М», «40К», «65», «65М», «ТОСОЛ А», «ТОСОЛ А40», «ТОСОЛ А65».

Для ефективного використання антифризів до водоетиленгліколевих сумішей додають присадки: декстрин (1г\л) – захищає від руйнування мідь, алюміній, свинець, олово; динатрій фосфат (2,5...3,5 г/л) – для захисту чавуну, сталі, латуні; молібденово-кислий натрій (7...8 г/л) – захищає від корозії цинкові та хромові покриття. Характеристика антифризів наведена у табл.2.

Характеристика антифризів

Таблиця 2.

Показник	Тосол АМ	Тосол А-40М	Тосол А-65М
Колір	Голубувата рідина без механічних домішок		Червона рідина без механічних домішок
Густина при 20 °С, кг/м ³	1120...1140	1078...1085	1085...1095
Температура кипіння, °С, не нижче	170	108	115
Температура кристалізації °С, не вище	—35	—40	—65

Гальмівні рідини є особливою групою рідких робочих середовищ для гідравлічних систем транспортних систем. Від їх якості залежать не лише довговічність та надійність гідропривода гальм, а й безпека експлуатації машин. Фізико-хімічні та експлуатаційні властивості використовуваних рідин повинні відповідати умовам роботи гальмівних систем.

Перш за все гальмівні рідини мають бути здатними під впливом зусилля, що докладає водій машини, прокачуватися зі швидкістю, яка забезпечує гальмування за кілька секунд, а в екстрених умовах — долі секунди.

Важливою експлуатаційною характеристикою, що визначає граничнодопустиму робочу температуру гідропривода гальм, є температури кипіння гальмівної рідини й утворення в ній парових пробок. Для більшої частини сучасних рідин ці показники в процесі експлуатації знижують через їх високу гігроскопічність. Обводнення рідин відбувається головним чином внаслідок конденсації води з повітря. Утворення парових пробок та закипання в гальмівній системі недопустимо, бо при цьому порушується головна умова надійної роботи привода — забезпечення нестисливості гальмівної рідини.

Згідно з вимогами міжнародних стандартів температура кипіння гальмівної рідини повинна бути не менш 205 °С для автомобілів, які експлуатуються в умовах підвищених швидкостей або з частими й інтенсивними гальмуваннями.

Високою гігроскопічністю відрізняються гліколеві рідини. Протягом року експлуатації в гальмівній рідині накопичується приблизно 2 % води. Зростаючий вміст вологи збільшує також агресивність впливу рідини на металеві поверхні. Тому сучасні гальмівні рідини повинні відрізнятися високими протикорозійними властивостями щодо чорних та кольорових металів.

Крім того, гальмівні рідини повинні мати високу термічну й окислювальну стабільність. Для забезпечення надійної герметичності гідропривода гальмівної системи вони повинні також бути інертними по відношенню до гумових та інших ущільнювальних матеріалів деталей гідропривода гальмівної системи. З цією метою стандартами й технічними умовами для оцінки якості гальмівних рідин передбачені випробування на набухання гуми.

Підібрати рідину, яка б задовольняла всі вимоги, дуже важко. Тому гальмівні рідини звичайно складають із кількох компонентів, що забезпечують указаний комплекс вимог.

Таблиця 3 - Характеристика гальмівних рідин

Показник	„Нева"	„Томь"	„Роса"	БСК
Зовнішній вигляд	Прозора однорідна рідина від світло-жовтого до темно-жовтого кольору без осаду.			Прозора Рідина оранжево-червоного кольору
Кінематична в'язкість, мм ² /с, при:				
50 °С, не менше	5	5	5	9
100 °С, не менше	2	2	2	5,5 (70 °С)
—40 °С, не більше	1500	1500	1700	130 (0°С)
Низькотемпературні властивості: зовнішній вигляд після витримки (6 год — 50 °С)	Прозора рідина без розшарування й осаду			
Температура кипіння, °С, не нижче	190	205	260	115
Вміст механічних домішок, %	Відсутність			
Водневий показник, рН	7...11,5	7...11,5	7...11,5	≥6

В основному гальмівні рідини одержують на базі рослинних олій (найчастіше — рицинової) або гліколів (двоатомних спиртів). При використанні рослинних олій другою складовою гальмівної рідини звичайно є один із жирних спиртів, як правило, бутанол. З метою економії натуральних жирів у деяких рецептурах гальмівних рідин знижують долю рицинової олії. В цьому випадку для забезпечення необхідного рівня в'язкості вводять загущуючі в'язкісні присадки. Характеристика гальмівних рідин наведена в табл. 3.

Властивості гальмівних рідин на основі полігліколів регламентується різними міжнародними специфікаціями (5AE 1703 ЛАИ 80, ДОТ-3, ДОТ-4, ДОТ-5, 150 4925). 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.

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. Але навіть дуже добрі палива не можуть забезпечити одночасно і пуск двигуна 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...25 °С). 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...220 °С.

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. 4)

Таблиця 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

Амортизатори, що використовують для гашення вібрації та як перетворювачі енергії, являють собою спеціальну категорію гідравлічних пристроїв. Умови роботи масла в гідравлічних амортизаторах істотно відрізняються від умов роботи в звичайних гідросистемах. Під час роботи амортизатора масло під тиском 8... 12 МПа надходить через вузькі канали від камери навантаження до компенсаційної камери. При цьому залежно від атмосферних умов, навантаження, температура масла зростає до 60...100 °С, а в деяких випадках — до 150 °С. З іншого боку, амортизаторні рідини повинні забезпечувати роботоздатність амортизаторів при низьких температурах навколишнього повітря, що вимагає застосування малов'язких масел з добрими низькотемпературними властивостями й високим індексом в'язкості.

Крім того, рідини повинні мати добрі змащувальні властивості, бути хімічно стабільними й не утворювати парових пробок.

Високі робочі температури обумовлюють необхідність застосування в амортизаторних рідинах антиокислювальних присадок. Для запобігання шкідливому впливу вологи, що потрапляє через пошкоджені ущільнення, в масла додають антипінні й антикорозійні присадки. Для зниження спрацьовування використовують також протиспрацьовувальні та антифрикційні присадки.

Найбільше розповсюдження в амортизаторах автомобілів одержали рідини АЖ-12 Т, МГП-10 та МГП-12 (табл. 5).

Таблиця 5 - Характеристика амортизаторних рідин

Показник	АЖ-12 Т	МГП-10	МГП-12
Зовнішній вигляд	Прозора рідина від світло-жовтого до . світло-коричневого кольору		
Густина при 20 °С, кг/м ³	—	930	920
В'язкість, мм ² /с, при температурі:			
100 °С, не менше	3,6	—	3.9

50 °С, не менше	12	10	11
—20 °С, не менше	.—.	1000	800
—40 °С, не більше	6500	—	—
Температура, °С:			
застигання, не вище	—52	—40	—43
спалаху, не нижче	165	145	140

Рідина амортизаторна АЖ-12 Т (ГОСТ 23008—78) являє собою суміш малов'язкого мінерального масла глибокої селективної очистки з сірчистої сировини й поліетил-силоксанової рідини з протиспрацьовувальними та антиокислювальними присадками. Роботоздатна при підвищених (до 90 °С) температурі й тиску, має хорошу термічну й механічну стабільність.

Рідина амортизаторна МГП-10 (ОСТ 38154—74)—суміш малов'язкого низькозастигаючого нафтового масла й поліетилсилоксанової рідини з додаванням кашалотового жиру, полімерної депресорної, антиокислювальної та антипінної присадок.

Для телескопічних стояків передньоприводних автомобілів розроблено нову рідину МГП-12. У виробничих умовах допускається виготовлення амортизаторної рідини шляхом змішування рівної кількості трансформаторного та турбінного масел.

ЛЕКЦІЯ 11

СИСТЕМИ ФІЛЬТРАЦІЇ ПОВІТРЯ

Система очищення повітря та вилучення відпрацьованих газів

Система очищення повітря обмежує попадання в циліндри двигуна пилу кількість якої у повітрі визначається багатьма факторами, у тому числі і видом сільськогосподарських робіт, машино-тракторним агрегатом, типом тракторного рушія і кліматичними умовами праці. В 1 м³ повітря може бути 0,0003...1,5 г пилу, а в умовах значної запиленості—до 2 г/м³. При таких рівнях запиленості, в середньому за одну зміну (8... 10 годин) роботи трактора МТЗ-80, в циліндри двигуна Д-240 може потрапити більше 2 кг пилу, а трактора ХТЗ-17021 до 4 кг.

Пилинки мають розміри від десятих часток мікрона до сотень мікрон і складаються на 75% з кремнезему, який, потрапляючи в двигун, призводить до інтенсивного спрацювання деталей криво-шипно-шатунного механізму та інших деталей. Найбільше спрацьовується дзеркало циліндрів, поршневі кільця, поршні, шийки колінчастого вала, вкладиші та ін. Якщо повітря не очищати, спрацювання тертьових поверхонь двигуна може зростати у 5...10 разів. Інтенсивність спрацювання деталей залежить від розмірів і властивостей абразиву. Найнебезпечніші частки з високою твердістю (кварцевий пил), у суміші з маслом вони діють як наждачна паста.

Щоб уникнути попадання пилу в камеру згоряння, на тракторних двигунах встановлюють повітроочисники. За способом очищення їх поділяють на *інерційні*, *фільтруючі* і *комбіновані* (поєднання двох перших). Тракторні повітроочисники розраховані на очищення повітря підвищеної запиленості. Вони мають багатоступінчасту очистку і збільшену висоту розміщення повітрозабирача.

На тракторних і комбайнових дизелях застосовують дво- і триступінчасті комбіновані повітроочисники. Триступінчаста система очищення повітря застосовується на дизелях Д-120, Д-240, Д-37Е, Д-144 і СМД-31Т. На останніх

дизелях СМД застосовується двоступінчаста система, яка забезпечує коефіцієнт очистки повітря 99,95%.

На тракторних дизелях СМД- 18Н, СМД-60 для першого ступеня очищення повітря застосовується передочисник типу моноциклон. Конструкція такого передочисника (рис.1.) для дизелів СМД-18Н і СМД-60 практично однакова, а розміри через різні витрати повітря різні, тому вони взаємно не замінюються. Принцип дії передочисника: внаслідок розрідження, що виникає при такті впуску у циліндри, повітря через сітку 9 засмоктується у моноциклон, і пройшовши між лопатями завихрювача 8, набуває обертового руху.

Під дією відцентрової сили важкі частинки пилу відлітають до стінок ковпака 4 і через щілини 5 викидаються назовні, а очищене повітря, змінивши свій рух на 180°, надходить у патрубок моноциклона 2. У такому передочиснику затримується до 60% пилу, що потрапив з повітрям.

На тракторних двигунах Д-120, Д-37Е, Д-240, Д-245 встановлюють повітроочисник (рис. 2) комбінованого типу Він має три послідовно розташованих ступеня очистки — інерційні і два фільтруючих.

Перший інерційний ступінь очистки (передочисник) складається з корпусу інерційної головки, труби, крильчатки і сітки.

Повітря, що засмоктується в циліндри, проходить через сітку 4 повітрозабірника і за допомогою напрямної крильчатки 3 завихрюється. Під дією відцентрових сил великі частинки пилу автоматично викидаються з повітроочисника через отвори 5. Пройшовши передочисник, через повітропровід повітря опускається вниз до масляної ванни 15. Під натиском повітряного потоку масло безперервно витискується з чаші 13 масляної ванни, частинки пилу в чаші вловлюються маслом і разом з ним переміщуються вниз. Потік повітря після контакту з маслом очищається від пилу і зволожується. Напрямок руху повітря завдяки чаші різко змінюється, разом з краплинками масла воно проходить через фільтруючі елементи 12, 9 і 8. Масло зволожує фільтри і сприяє кращому очищенню повітря від дрібного пилу. З фільтруючих елементів

масло стікає на стінки чаші, а далі — в піддон. Очищене повітря, пройшовши через фільтруючі елементи, проходить патрубком 7 до циліндрів двигуна.

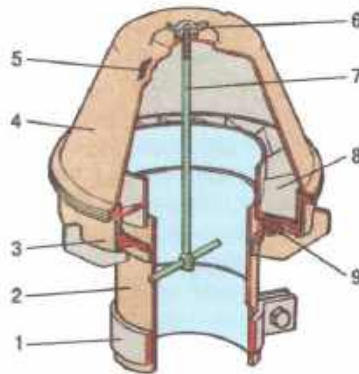


Рис. 1. Передочисник типу моноциклон:

1 — хомут стяжний; 2 — патрубок моноциклона; 3 — фланець опорний патрубка моноциклона; 4 — ковпак; 5 — щілина викидаюча ковпака моноциклона; 6 — гайка баранчик; 7 — шпилька стяжна; 8 — завихрювач; 9 — сітка захисна.

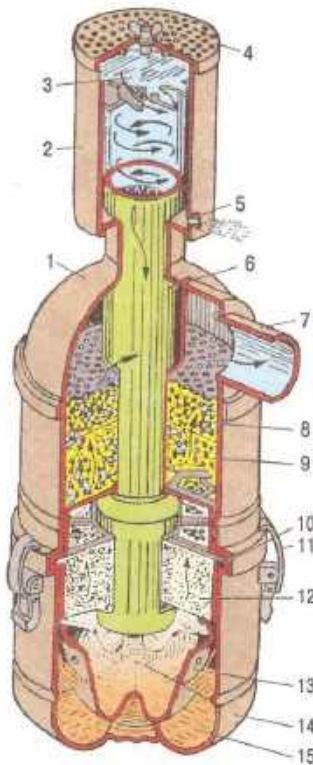


Рис. 2. Комбінований повітроочисник:

1 — корпус повітроочисника; 2 — корпус інерційної головки; 3 — крильчатка; 4 — сітка; 5 — отвори для видалення пилу; 6 — центральна труба; 7 — патрубок; 8, 9 — фільтруючі елементи; 10 — ущільнювальне кільце; 11 — защіпка;

12 — капроновий фільтруючий елемент; ІЗ — напрямна чаша; 14 — піддон; 15 — масляна ванна

Очищення повітря на дизелях СМД відбувається у повітроочисниках сухого типу з фільтруючими елементами, паперовими фільтр-патронами, встановленими один в одний. На тракторному дизелі СМД-18Н застосовують повітроочисники з горизонтальним розміщенням фільтр-патронів (рис.3.), а на дизелях типу СМД-60 з вертикальним (рис.4).

Фільтр-патрон повітроочисника складається із зовнішньої і внутрішньої металевих стінок, паперової фільтруючої штори, замкнутої всередині сіткою і двома днищами, які герметично скріплені епоксидною смолою або поліетиленом.

Для контролю за гранично допустимим засміченням фільтр-патронів тракторних і комбайнових дизелів передбачено індикатор ИЗВ-700 (рис. 5). На дизелях без газотурбінного наддуву він підключається до впускного колектора, а на дизелях з наддувом — до патрубку, який з'єднує повітроочисник і турбокомпресор.

Сигнальним пристроєм індикатора є барабан 5 з яскраво-червоними смугами. При забрудненні фільтр-патронів вище допустимої норми у вікнах ковпака 3 з'являються смуги, які вказують на необхідність проведення технічного обслуговування. Після виконаної роботи барабан індикатора повертають у початкове положення, для чого диск 4 з накаткою повертають за стрілкою до упору.

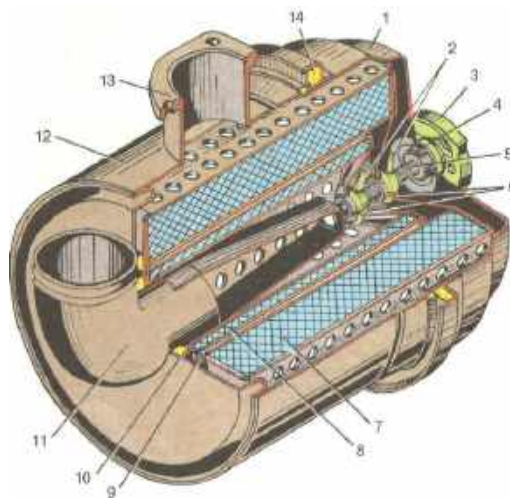


Рис. 3. Повітроочисник тракторних рядних дизелів СМД-18Н:

1 — кришка; 2 — гайки баранчики; 3 — маховичок; 4, 6 — шайби; 5-болт стяжний; У — фільтр патрон основний; 8 — фільтр патрон запобіжний; 9, 10, 14 — кільця ущільнюючі; 11 — патрубок вихідний; 12 — корпус повітроочисника; 13 — патрубок вхідний

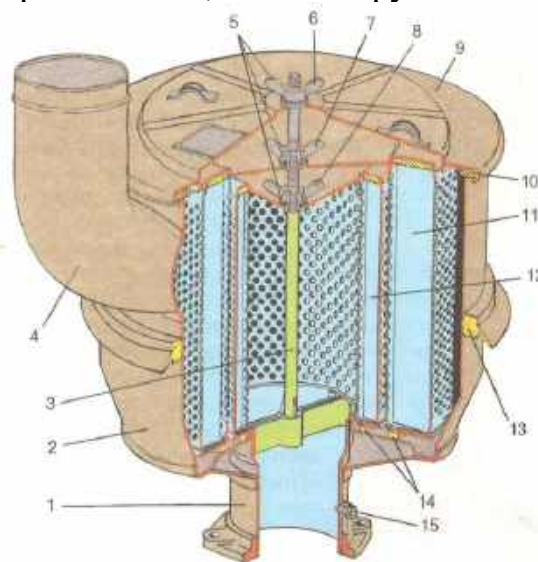


Рис. 4. Повітроочисник тракторних дизелів типу СМД-60:

1 — патрубок вихідний; 2 — корпус повітроочисника; 3 — болт стяжний; 4 — патрубок вхідний; 5 — шайби; 6,7,8 — гайки баранчики; 9 — кришка; 10,13,14 — кільця ущільнювальні; 11 — фільтр патрон основний; 12 — фільтр патрон запобіжний; 15 — бонка для підключення трубопроводу індикатора забрудненості повітроочисника або засобів діагностування.

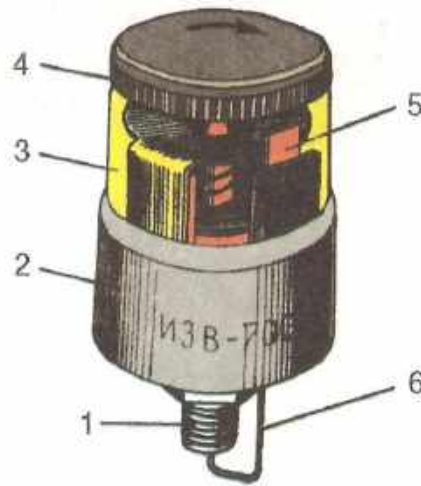


Рис. 5. Індикатор забрудненості повітроочисника:

1 — штуцер монтажний, 2 — корпус індикатора; 3 — ковпак корпуса індикатора, 4 — диск; 5 — барабан; 6 — дріт для очищення монтажного штуцера.

Система вилучення відпрацьованих газів

Ці гази містять шкідливі для організму людини продукти згоряння палива. Крім того, відпрацьовані гази пожежонебезпечні і є однією основних причин шуму двигуна. Тому система видалення їх повинна відповідати вимогам техніки безпеки, особливо влітку при збиранні врожаю, забезпечувати ефективне глушіння шуму та відведення газів від робочого місця тракториста.

Випускна система тракторного двигуна складається з випускних колекторів, випускної труби, ежектора і глушника шуму випуску відпрацьованих газів. На сільськогосподарських тракторах найчастіше застосовують глушники з резонансною газовою камерою 6 циліндричної форми, всередині якої проходить труба 7 з кількома рядами поперечних отворів (рис.6). Від співвідношення об'єму камери, кількості й розмірів отворів та площі прохідного розрізу труби залежать резонансні коливання і ступінь поглинання шуму.

До труби глушника зверху стяжним хомутом 5 кріпиться ежектор 4, який являє собою трубу із змінним розрізом. У найменшому розрізі труби ежектора встановлено (отвором у напрямку газів) трубку, по якій передається

розрідженість у пилезбирач бункера повітроочисника. Таким чином, пил і бруд відсмоктуються із бункера і разом з випускними газами викидаються в атмосферу. Зверху ежектора встановлюється кришка 3, яка при непрацюючому двигуні закриває випускную трубу, запобігаючи попаданню атмосферних опадів.

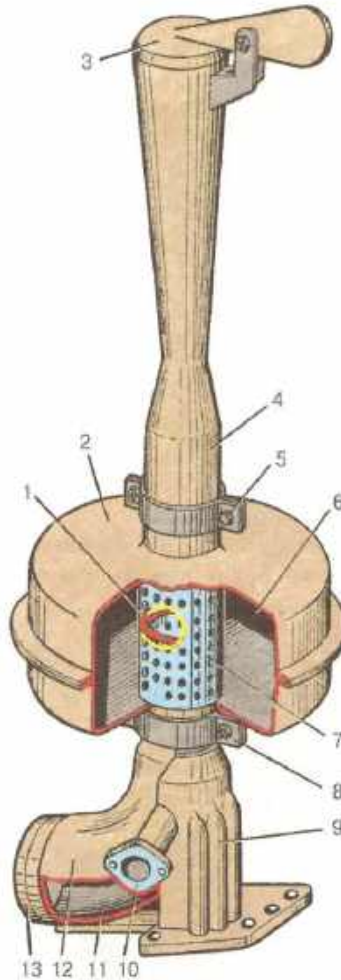


Рис. 6. Випускна труба з глушником та ежектором двигунів типу СМД-60:

- 1 — кільце труби глушника; 2 — глушник; 3 — кришка ежектора;
4 — ежектор; 5, 8 — хомути; 6 — резонансна камера; 7 — труба глушника; 9 —
кронштейн; 10 — патрубок; 11, 12 — труба і кожух випускної труби; 13 —
кільце.

Повітряні фільтри MANN FILTER



Повітряні фільтри MANN FILTER

- Зменшення монтажного місця
- Збільшені інтервали сервісного обслуговування
- Більш ефективніша фільтрація



1.6 л. 70 л.с. (1989 г.)



1.6 л. 100 л.с. (1999 г.)



1.6 л. 115 л.с. (2008 г.)



1.6 л. 85 л.с. (1989 г.)

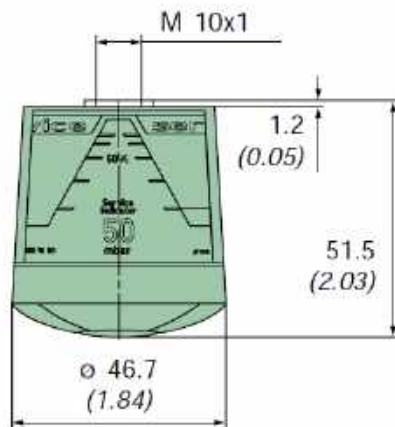


1.6 л. 110 л.с. (1999 г.)



1.6 л. 123 л.с. (2009 г.)

Індикатори забрудненості фільтра



Деталь №	защелкивается при вакуумметрическом давлении	
	[mbar]	[kPa]
39 035 70 911	35±3	3.5±0.3
39 050 70 911	50±4	5.0±0.4
39 050 70 931*	50±4	5.0±0.4
39 060 70 911	60±4	6.0±0.4
39 065 70 911	65±5	6.5±0.5
39 080 70 911	80±5	8.0±0.5
39 080 70 931*	80±5	8.0±0.5



Автомобіль



Кабіна трактора

Повітряні фільтри Senzit MANN FILTER



Повітряні фільтри. Приклад встановлення SENZIT



Повітряні фільтри (конструкція)



Вогнетривкий фільтрувальний
матеріал, розроблений таким
чином, що **згасає самостійно!**



Повітряні фільтри (патенти С 2631, С 24 005, С 26 003, С 3725) MANN FILTER

Виготовлені із переробленого пластику це: -відповідність стандартам ISO 14001; -збереження навколишнього середовища;

-1 м² фільтрувального матеріалу С 24 005 виготовляється із 2-х 1,5 літрових PET пляшок; -такому фільтру потрібно лише 30% площі фільтрувального матеріалу від площі традиційних повітряних фільтрів із целюлози;



алгоритм заміни фільтра С 25 024) MANN FILTER

- 1** Встановіть кабінку у сервісному постачальнику.
- 2** Зніміть патрубковий під'єднання чистого повітря та отримайте доступ до фільтра.
- 3** Використаний фільтр не містить металевих частин та повністю придатний до утилізації спалюванням.
- 4** Поданням води під низьким тиском, змийте навантаження забруднення / забруднювача, витікаючи через зливний отвір.



- 5** Висуніть інструкцію. Частину корпусу (після миття).
- 6** Встановіть новий С 25 024. Див. відео YouTube.
- 7** Встановіть патрубковий під'єднання чистого повітря.
- 8** Робота зроблена !!!

Повітряні фільтри CompactPlus MANN FILTER



Переваги:

- ✓ З новою конструкцією ми маємо кращий Δp (перепад тиску) і вищу ефективність, ніж у типу CP.
- ✓ Пластиковий каркас
- ✓ Спеціальна геометрія елемента не допускає засмічення поверхні фільтра листям або забрудненнями
- ✓ Більш висока ефективність на 99,98% завдяки носіям MICROGRADE



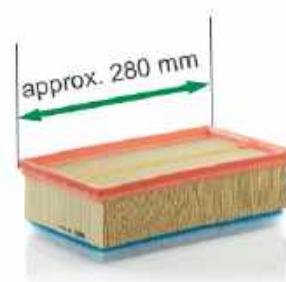
A-NF 6.2 F1 із покриттям з нановолокна

Плоскі, та прямокутні повітряні фільтри

C 28 160/1 довжина. 280 mm

C 28 160/1 площа фільтрувального паперу $160 \times 100 = 16\,000 \text{ cm}^2$

C 28 160/1 Порядковий номер



C 28 160/1

Циліндричні повітряні фільтри

C 34 1500/1 зовнішній діаметр 340 mm

C 34 1500/1 Площа фільтрувальної поверхні $1500 \times 100 = 15\,000 \text{ cm}^2$

C 34 1500/1 Порядковий номер



C 34 1500/1

ЛЕКЦІЯ 12

СИСТЕМИ ФІЛЬТРАЦІЇ ПАЛИВ ТА ОЛИВ

План лекції:

1. Системи фільтрації палив.
2. Призначення та принцип роботи паливного фільтра.
3. Види паливних фільтрів.
4. Ознаки засмічення та виходу з ладу

Системи фільтрації палив

Фільтр сепаратор палива - це спеціальний пристрій, який використовується для очищення палива від води, забруднень та інших домішок. Основна функція цього фільтра полягає у видаленні шкідливих часток та води з палива, що забезпечує ефективну роботу паливної системи двигуна і продовжує його термін служби.

У будь-якому виді палива присутні різні суспензії та домішки – це дрібні та великі тверді частинки іржі, металу, піску та інші забруднення, включаючи вологу, які потрапляють у паливний бак ззовні або вже знаходяться в ньому.

Щоб максимально зменшити попадання бруду та конденсату в двигун використовуються паливні фільтри (ПФ) різних ступенів очищення, які різняться між собою за розташуванням, типом двигуна, розмірами, конструкцією, але встановлюються на всі колісні транспортні засоби.



Види різних паливних фільтрів автомобілів

Високоточні компоненти системи упорскування дуже вибагливі до якості палива. Негативно впливають на двигун навіть мікроскопічні частинки, які діють непомітно, але постійно, провокуючи передчасне зношування і критичний вихід з ладу вузлів і компонентів, пов'язаних з двигуном і паливною системою.

- Якщо автомобіль інжекторний (а це більшість сучасних машин), то тверді частинки, потрапляючи з палива, накопичуються на високоточних елементах форсунок, внаслідок чого можуть заклинити та пошкодити прецизійні пари, які дозують упорскування бензину. Це, у свою чергу, тягне за собою засмічення та виходу з ладу форсунок. На додаток, погано очищене паливо діє як наждачний папір, провокуючи критичне зношування внутрішніх деталей паливного насоса, що призводить до його виходу з ладу.
- До фільтрації палива дизельних машин пред'являються підвищені вимоги, оскільки система подачі палива дизеля дуже тонко реагує на наявність навіть найдрібніших механічних домішок та вологи в паливі, що вже надійшли у двигун. Це пов'язано з тим, що прецизійні пари, що відповідають за упорскування, встановлені не тільки у форсунках, вони є навіть у ПНВТ (насос високого тиску).

Якісний паливний фільтр – це не лише ефективне очищення пального, а й підвищення потужності двигуна. Чим краще фільтрація, тим менше в ньому абразивних твердих частинок, ефективніше його впорскування та горіння, а значить загальна стабільність та надійність роботи двигунів внутрішнього згоряння.

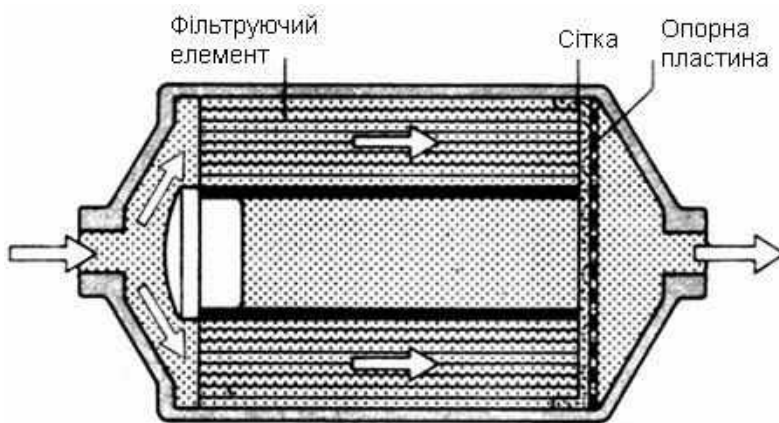
Призначення та принцип роботи паливного фільтра

Паливний фільтр – один із важливих елементів системи подачі палива. Для того, щоб забезпечувати надійність та ефективність роботи системи, зберегти високу продуктивність, мінімальну витрату палива та стабільний рівень емісії ВГ, паливні фільтри повинні не тільки відповідати типу двигуна,

але й бути достатньо великими за ємністю, щоб збирати максимальну кількість твердих частинок.

Стандартний тип фільтрації палива – двоступінчасте очищення. Спочатку паливо проходить фільтр грубої очистки – його завдання полягає у утриманні великих механічних домішок. Після попереднього очищення бензин/дизель надходить у фільтр тонкого очищення, де відбувається фінішне очищення.

Враховуючи високі вимоги до чистоти палива дизелів, схема фільтрації відрізняється для бензинового та дизельного двигуна. Зокрема для бензинових двигунів оптимальний показник – фільтрація частинок розміром не більше 10 мкм, тоді як система живлення дизеля вимагає усунення навіть дуже дрібних забруднень, а також води та парафінів, які дуже швидко забивають фільтр, що погіршує його пропускну здатність.



Прямоточний паливний фільтр

Види паливних фільтрів

Залежно від ступеня та тонкості фільтрації розрізняють два основних типи фільтруючих елементів – паливні фільтри грубого та тонкого очищення.

Фільтри грубої очистки

- Фільтр грубої очистки для дизельних силових агрегатів має сітчасту структуру, через яку не можуть пройти великі тверді частинки, що не перевищують розмір 0,1 мкм. Він розташований у паливному баку та відповідає за запобігання попаданню в систему не тільки бруду, але й частинок води та парафінів.

- На бензинових двигунах як попередня фільтрація може використовуватися фільтруючий елемент, який являє собою сітку (металеву або синтетичну), встановлену в занурювальний паливний насос бака.
- Грубе очищення палива для карбюраторних моторів може проходити через кілька шарів фільтрації – через ґрати з великими осередками, розташованими на горловині бензобака, через сітку із сотами середнього розміру, розташовану на паливозабірнику, та через шар із найдрібнішими сотами на впускному штуцері.



Паливний фільтр грубого очищення дизеля

У автомобілях з дизельними моторами найчастіше встановлюється спеціальний комбінований пристрій (модуль), так званий сепаратор, або відстійник, що складається з паливного фільтра та водовідділювача. Його завдання – не допустити попадання конденсату (води) у систему. На автомобілях, що працюють на бензині, такий пристрій не використовується.

До паливних фільтрів для дизельних двигунів пред'являється ще одна жорстка вимога. відмінна працездатність за умов низьких температур. За низької середньодобової температури повітря в зимовий час у дизельному паливі кристалізується парафін, який швидко забиває звичайний фільтр.

Вже при -5°C дизельне паливо починає каламутніти, що є першою ознакою кристалізації, що почалася. Поки кристали парафінів малі, вони здатні

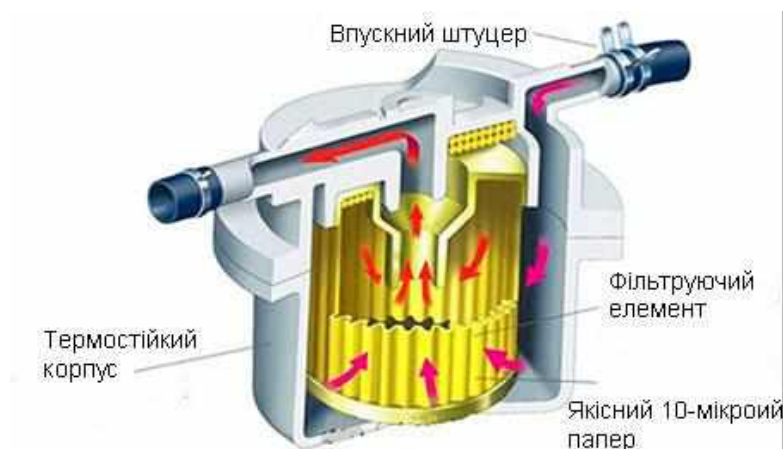
проходити крізь фільтруючий матеріал, як тільки температура опускається нижче 7°C кристали починають збиратися в згустки, які при ще більшому зниженні температури повітря стають настільки великими, що не проходять через фільтр.

Досвідчені водії дають цьому ефекту назву – «зацукорившася солярка», яка справді схожа на масу, що зацукорилася. Вона забиває стільники, внаслідок чого паливо просто перестає надходити в двигун, машина глухне і зупиняється, завести її неможливо. Щоб цього не сталося, якісні паливні фільтри для дизелів мають вбудований елемент (підігрівач або струмопровідний папір), що контролює температуру паливної суміші.

Фільтри тонкого очищення

Для якісної двоступінчастої фільтрації фільтр тонкого очищення палива (ФТО) встановлюється і на бензинові, і на дизельні автомобілі, і виконує фінішну фільтрацію бензину/дизеля від дрібних частинок, які не зміг затримати фільтр попереднього очищення. Елементи тонкого очищення палива здатні вловити частинки розміром до 0,001 мм.

Місце, де розташований ФТО, у різних типах двигунів відрізняється. Так, у карбюраторній системі вона розташована між бензонасосом у паливній магістралі та паливозабірником, в інжекторах розміщений між рампою та насосом, а в дизелях – між фільтром-відстійником та ТНВД, за рахунок чого його ще називають фільтр паливного насоса.



Фільтр тонкого очищення

Додатково фільтри тонкого очищення поділяють за типом конструкції – нерозбірні, або одноразові, та розбірні (багаторазові).

- Нерозбірні – такий тип фільтрів має міцний корпус, в який поміщений фільтруючий матеріал, виготовлений з якісного паперу, покладеного в «гармошку».

Застосування саме такої форми дозволяє покращити процес відсіювання та, тим самим, продовжити експлуатаційний термін виробу. Позитивний ефект очищення палива відбувається завдяки збільшенню площі поверхні матеріалу. Він зібраний у гармошку що дає більш тривалий контакт бензину з фільтром, а значить очищення буде якіснішим. Якість очищення палива можна оцінити за таким фактом – для гармошки фільтра діаметром 10 см використовується паперова стрічка завдовжки 1 метр.

Найчастіше нерозбірні моделі використовуються для інжекторних бензинових двигунів внутрішнього згоряння – така система живлення вимагає від фільтра високої стійкості до підвищених навантажень як високих температур, так і тиску в системі живлення. Саме тому фільтри для інжекторних двигунів виготовляються з високоміцних матеріалів, стійких до постійних термічних навантажень. найчастіше це сталь, різні метали.

- Розбірні – фільтри виготовляються з латуні або кераміки і можуть демонтуватися із системи для розбирання та очищення від забруднень.

Найзручнішими у використанні є прозорі моделі, які дозволяють легко визначити рівень забруднення. Розбірний ПФ знаходиться між бензобаком і двигуном, як правило, в ніші днища або під капотом. Іноді можливе



встановлення разом з фільтром попереднього очищення. Найчастіше встановлюється на типах карбюраторних двигунів.

Розбірний фільтр паливний
карбюраторного двигуна

Ознаки засмічення та виходу з ладу

Регламент заміни паливного фільтра зазначений у технічній документації автовиробника, і може змінюватись від 10 до 70 тис. км, в окремих виробників може досягати позначки у 120 тис. км. Середній пробіг, у якому рекомендована заміна – 15-25 тис. км.

Простіше відстежити рівень забруднення в прозорому ПФ, але якщо корпус елемента непрозорий і нерозбірний, визначити ознаки засмічення та виходу з ладу візуально практично неможливо.

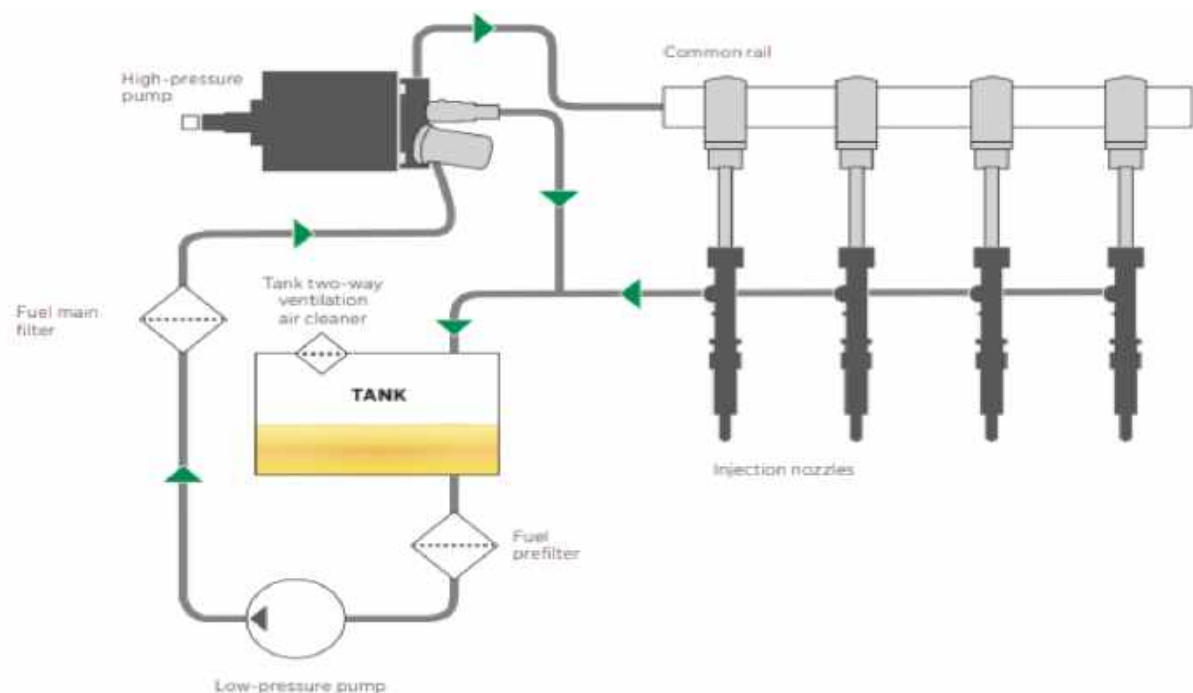
Основні ознаки засміченого фільтра:

- Збільшена витрата палива;
- Падіння потужності двигуна, проблемний запуск;
- Плаваючі оберти та троїння двигуна;
- Втрата динаміки під час зтяжного підйому в гору/на височину та загальне погіршення динамічних характеристик;
- Рух автомобіля ривками.

Такі ознаки несправності легко переплутати з іншими проблемами авто, не пов'язаними з паливною системою. Тому власникам інжекторів, насамперед, слід звертати увагу на падіння потужності, здебільшого ознаки засмічення ПФ, а тим, у кого дизель – на точність і легкість запуску двигуна, як у теплу, так і в холодну пору року. Ще простіше – зробити діагностику в автосервісі, яка допоможе визначити, потрібна заміна або потрібен ремонт якихось інших конструктивних вузлів та елементів.

ПАЛИВНІ ФІЛЬТРИ

- Система подачі палива



Каталожний номер: MANN-FILTER паливні фільтри



MANN-FILTER паливні фільтри

- Системи PreLine

MANN-FILTER паливні фільтри Pre line місце встановлення



ЛЕКЦІЯ 13

СИСТЕМИ ФІЛЬТРАЦІЇ ПАЛИВ ТА ОЛИВ

План лекції:

1. Системи фільтрації олив.
2. Масляні фільтри в системі змащення двигуна

Системи фільтрації олив

Олива — відповідно до ДСТУ 3437-96, чинного з 01.07.1997 р., — суміш високомолекулярних нафтових вуглеводнів, що використовуються в техніці як мастильний, електроізоляційний, консерваційний матеріал та робоча рідина, (англійською англ. *mineral oil*).

Мастильна олива — олива, яку використовують для зменшення тертя між рухомими поверхнями^[4] та залежно від способу отримання й області застосування може розглядатись як:

- **Моторна олива** — мастильна олива для поршневих двигунів внутрішнього згоряння та інших двигунів^[4].
- **Трансмісійна олива** — олива для механічних трансмісій^[4], яку отримують найчастіше на основі екстрактів від селективного очищення залишкових нафтових олив з додаванням дистилятних олив і присадок (протизносних, протизадирних тощо), котрі переважно містять фосфор, хлор, сірку, дисульфід молібдену.



Олійний фільтр призначений для видалення (фільтрації) забруднень моторних і трансмісійних олив, мастил або робочих рідин гідроприводів. Деколи використовується назва мастильний, масляний фільтр.

Фільтрувальний елемент

З часом, у системі циркуляції оливи

утворюються забруднення у вигляді нагарів, металічної стружки і ін.^[2] Наймасовішим є використання оливних фільтрів у двигунах внутрішнього згоряння транспортних засобів, що експлуатуються у звичному режимі та у позашляхових умовах, легких літаків, а також морських суден. Оливні фільтри використовуються в різних типах гідравлічних систем. Гідравлічні системи транспортних засобів, наприклад, автоматичні коробки передач і гідропідсилювачі керма, часто також оснащені оливним фільтром. Використання оливних фільтрів вимагають і газотурбінні двигуни в авіації. Крім цих цілей, у видобутку нафти, її транспортуванні і переробці також використовують фільтри.

Типи фільтрів

Механічні. У цих фільтрах для видалення домішок використовується явище фільтрації (найпоширеніший тип фільтрів на сьогодні). В автомобілях такі фільтри, як правило, виконані у вигляді картриджів. При забрудненні такі картриджі виймаються з фільтру і замінюються новими. Втім також існують і одноразові оливні фільтри без змінних картриджів. Механічні фільтри отримали широке поширення в системах об'ємного гідропривода. Зокрема, встановлюють наступні типи механічних фільтрів:

- паперові;
- сітчасті;
- повстяні;
- дотові;
- пластинчасті та ін.

Паперові і повстяні фільтри відносять до фільтрів тонкої фільтрації, а сітчасті, пластинчасті і дротяні — до фільтрів середньої і грубої фільтрації. При цьому строгої межі між фільтрами тонкої фільтрації і фільтрами, наприклад, середньої фільтрації не існує.

Магнітні. Цей тип фільтрів використовує постійний магніт або електромагніт для видалення феромагнітних забруднюючих речовин

Гравітаційні. Принцип роботи базується на осадженні частинок, з більшою густиною ніж в оливи під дією сили тяжіння.

Відцентрові. Для видалення забруднювачів використовуються сили інерції при зміні напрямку руху потоку оливи (зокрема, в умовах обертowego руху з використанням центрифуги).

Конструкція оливного фільтра

Повнопотоковий фільтр зазвичай складається з металевго корпусу, фільтрувального елемента і двох клапанів: перепускного (його називають іноді запобіжним або обвідним) і зворотного (антидренажного) клапанів. Зовнішній корпус виготовляється з різних матеріалів: алюміній, сталь, пластик. Все пов'язано з умовами і температурою.

Перепускний клапан забезпечує подачу оливи в двигун в тих випадках, коли його не пропускає фільтрувальний елемент. Так буває, якщо елемент забруднений, а також при різкому підвищенні частоти обертання вала двигуна або зростання в'язкості оливи на холоді. Призначення зворотного клапана — утримувати оливу в фільтрі при непрацюючому двигуні з тим, щоб забезпечити швидке встановлення заданого тиску в системі під час запуску двигуна.

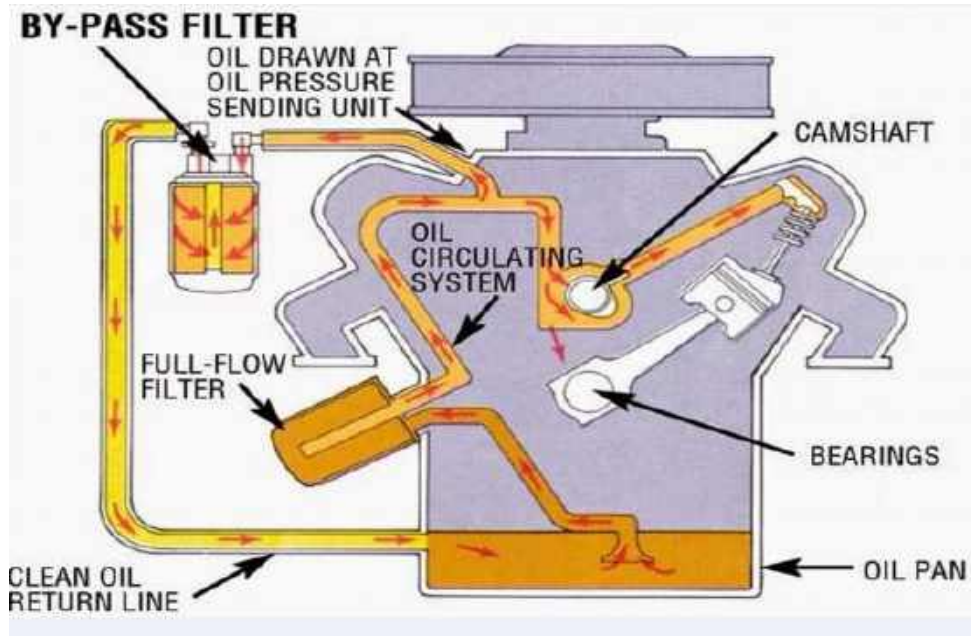
Якість фільтрації. Для оцінки якості фільтрації існують два параметри:

- номінальний ступінь фільтрації — це розмір часток, затримуваних фільтром на 95 %;
- абсолютний ступінь фільтрації — це розмір часток, повністю затримуваних фільтром.

У вітчизняній практиці прийнято оцінювати фільтри за номінальним ступенем фільтрації. Наприклад, в дорожньо-будівельній техніці номінальний ступінь фільтрації більшості фільтрів систем гідроприводу становить 25-40 мкм. В авіації вимоги до фільтрації жорсткіші, і номінальний ступінь фільтрації більшості фільтрів становить 5 мкм і менше.

Чим якісніша фільтрація, тим більший опір чинить потоку рідини фільтр, але, з іншого боку, тим менший вплив чинять забруднення робочої рідини на знос деталей гідроустаткування.

Масляні фільтри в системі змащення двигуна MANN-FILTER



Типи масляних фільтрів



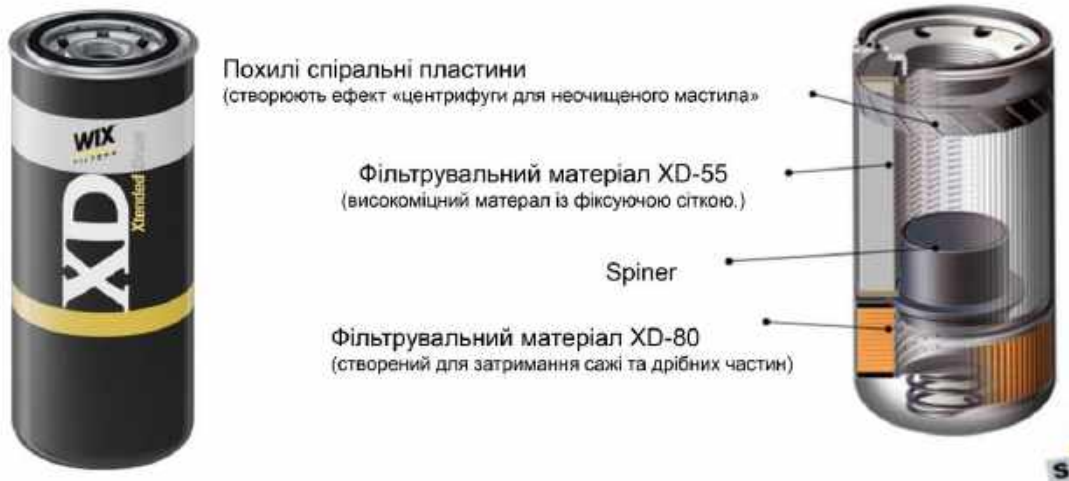
Spin-on фільтри

W 712/95	зовнішній діаметр. 70 mm
W 712/95	фільтраційна поверхня 12x100" = 1200 cm ²
W 712/95	Порядковий номер (модифікація)

*коефіцієнт



Spin Flow



Порівняння роботи:



WAVELOCK





Масляні фільтри



При виробництві якісних масляних фільтрів використовується спеціальний полімер для з'єднання складових частин фільтра.



Постачання на OE підтверджує нашу якість



Масляні фільтри та повний комплект



Масляні фільтри



- ☐ За допомогою знімача зніміть використаний фільтр.
- ☐ Очистіть основу монтажу фільтра, переконавшись, що відсутні залишки гумового ущільнення
- ☐ Нанесіть на фільтр тонкою плівкою чисте моторне масло на гумове ущільнення
- ☐ Встановіть новий фільтр та закрутіть фільтр на 3/4 обороту
- ☐ Заповніть систему рекомендованою олією
- ☐ Запустіть двигун і перевірте можливість протікання.



Гідравлічна система популярних в Україні тракторів потужністю 300 к/с здатна перекачувати ~ 320 л/хв



ЛЕКЦІЯ 14

ОСНОВНІ НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ ПММ. ОСНОВИ ЇХ РАЦІОНАЛЬНОГО ТА БЕЗПЕЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ

План лекції:

1. Шляхи удосконалення ПММ
2. Сучасні методи раціонального використання ПММ
3. Основи безпечного використання ПММ

Шляхи удосконалення ПММ

Удосконалення паливно-мастильних матеріалів є важливою частиною покращення ефективності роботи техніки та зниження експлуатаційних витрат. Ось основні напрямки удосконалення ПММ:

Поліпшення якості палив

- Впровадження нових формулювань: Розробка нових сортів пального з підвищеною ефективністю згорання та зменшеним викидом забруднюючих речовин. Сучасні тенденції в розробці пального включають створення нових видів палив, які забезпечують вищу ефективність згорання. Наприклад, біопаливо та синтетичні пального розглядаються як перспективні варіанти. Вони можуть зменшити викиди шкідливих речовин та поліпшити енергетичні характеристики.

- Додавання присадок: Використання спеціальних присадок, які покращують характеристику пального, зменшують корозію, знижують температуру застигання та покращують загальну продуктивність двигуна. Додавання спеціальних хімічних присадок дозволяє покращити характеристики пального, такі як зменшення корозії, підвищення стійкості до температурних коливань, зниження точок застигання. Це допомагає зменшити витрати на обслуговування та підвищити ефективність роботи двигуна.

Удосконалення мастильних матеріалів

- Розробка нових мастил: Створення нових формулювань мастил, що забезпечують кращу змащуваність, знижують тертя та знос, витримують високі температури і тиск. Сучасні мастила мають вдосконалені характеристики, такі як поліпшена змащуваність, підвищена термостійкість, зменшений знос та корозія. Використання таких мастил може значно підвищити ефективність і довговічність двигунів та інших механізмів.

- Екологічні мастила: Впровадження біорозкладних мастил, які зменшують негативний вплив на навколишнє середовище. Біорозкладні мастила, виготовлені з відновлювальних ресурсів, зменшують негативний вплив на навколишнє середовище. Вони здатні розкладатися без залишків у природному середовищі, що є важливим кроком до екологічної стійкості.

Системи очищення та фільтрації

- Поліпшення фільтрувальних елементів: Розробка нових типів фільтрів, які мають більшу ефективність очищення та триваліший термін служби. Впровадження нових матеріалів та технологій у фільтри, таких як наноматеріали, забезпечує покращену ефективність очищення пального і мастила. Це знижує ризик забруднення і підвищує загальну продуктивність техніки.

- Інтеграція нових технологій: Використання системи очищення з активованим вугіллям або каталітичних фільтрів для досягнення кращих результатів у очищенні пального та мастила.

Роль технологій у вдосконаленні ПММ

Інновації у хімічних компонентах

- Нанотехнології: Включення наночастинок в склад пального та мастил може значно підвищити їх ефективність. Наноматеріали здатні покращувати змащувальні властивості, забезпечувати кращу захист від зносу і корозії.

- Синтетичні матеріали: Використання синтетичних палив і мастил, які створюються у лабораторних умовах, може забезпечити стабільніші характеристики і довший термін служби.

Технології моніторингу та управління

- Системи моніторингу: Впровадження систем моніторингу для контролю за якістю пального та мастила в режимі реального часу дозволяє оперативно реагувати на проблеми і оптимізувати витрати.

- Інтелектуальні системи управління: Вдосконалення систем управління двигунами та іншими механізмами техніки допомагає краще регулювати споживання ПММ і підвищувати ефективність.

Вплив удосконалення ПММ на експлуатаційні характеристики техніки

Підвищення ефективності роботи техніки

- Оптимізація витрат пального: Завдяки використанню високоякісних палив і мастил, а також вдосконалених систем фільтрації, можна зменшити витрати пального і підвищити економічність експлуатації техніки.

- Зменшення зносу: Поліпшені мастила та фільтри знижують знос деталей і механізмів, що підвищує термін служби техніки і зменшує витрати на обслуговування.

Покращення екологічних показників

- Зниження викидів: Вдосконалені ПММ можуть зменшити викиди шкідливих речовин в атмосферу, що позитивно впливає на навколишнє середовище.

- Скорочення відходів: Використання екологічних матеріалів та технологій утилізації відходів допомагає знижувати негативний вплив на природу.

Сучасні методи раціонального використання ПММ

Раціональне використання ПММ дозволяє знизити витрати, підвищити ефективність роботи техніки та зменшити вплив на навколишнє середовище.

Оптимізація витрат пального

- *Регулярне обслуговування техніки:*

- Періодичний контроль і налаштування двигунів: Підтримка двигунів і систем пального в ідеальному стані, регулярна заміна фільтрів та мастил. Регулярна перевірка і налаштування двигунів допомагає забезпечити їх правильну роботу і запобігти непотрібним витратам пального. Неправильно відрегульовані двигуни можуть споживати більше пального і викидати більше шкідливих речовин.

- Заміну фільтрів і мастил: Своєчасна заміна фільтрів та мастил допомагає підтримувати оптимальну продуктивність техніки. Забруднені фільтри або старе мастило можуть призвести до збільшення витрат пального.

- Аналіз та оптимізація робочих параметрів: Використання сучасних систем моніторингу для контролю витрат пального та корекції робочих режимів техніки.

- *Використання високоякісних ПММ*

- Вибір надійних постачальників: Закупівля пального та мастил лише у перевірених постачальників, які гарантують якість своєї продукції.

- Тестування та сертифікація: Проведення тестування на відповідність стандартам та сертифікація використовуваних ПММ.

- Пальне з покращеними властивостями: Використання пального, яке має кращі згоряльні характеристики і менше викидів шкідливих речовин, може суттєво зменшити витрати на паливо та підвищити ефективність роботи техніки.

- Присадки до пального: Додавання спеціальних присадок може покращити якість пального і зменшити його споживання, а також знизити рівень викидів.

- *Рециркуляція і утилізація ПММ*

- Рециркуляція мастил: Використання відпрацьованих мастил для відновлення або переробки в нові продукти.

- Безвідходні технології: Впровадження технологій, що знижують утворення відходів і забруднень.

- *Оптимізація режимів роботи*

- Аналіз навантажень та режимів: Впровадження систем моніторингу для аналізу навантажень і режимів роботи техніки дозволяє ефективно регулювати споживання пального в залежності від реальних умов роботи.

- Зменшення холостого ходу: Уникання тривалого холостого ходу техніки допомагає зменшити витрати пального. Включення автоматичних систем відключення двигуна на холостому ходу може значно знизити витрати.

Раціональне використання мастильних матеріалів

- *Використання високоякісних мастил*

- Огляд і вибір мастил: Вибір мастил, що відповідають рекомендаціям виробника техніки, забезпечує краще змащування і захист від зносу. Високоякісні мастила можуть зменшити витрати на обслуговування та підвищити ефективність роботи.

- Синтетичні та біорозкладні мастила: Синтетичні мастила, що мають вдосконалені характеристики, дозволяють зменшити витрати і підвищити ефективність техніки. Біорозкладні мастила допомагають зменшити негативний вплив на навколишнє середовище.

- *Моніторинг стану мастил*

- Регулярний контроль якості: Впровадження систем для моніторингу стану мастил допомагає своєчасно виявити проблеми і уникнути витрат на ремонт техніки. Це включає перевірку рівня, в'язкості та забруднення мастила.

- Заміна та відновлення мастил: Своєчасна заміна мастил і використання методів їх відновлення (наприклад, фільтрація або очищення) допомагає зберегти ефективність і продовжити термін служби техніки.

Економія та раціоналізація витрат на обслуговування

- *Впровадження систем управління та моніторингу*

- Інтелектуальні системи управління: Використання сучасних технологій для моніторингу і управління системами техніки дозволяє ефективно керувати витратами пального і мастил, а також підвищувати загальну продуктивність.

- Системи GPS і датчики: Інтеграція систем GPS і датчиків у техніку дозволяє здійснювати точний моніторинг і аналіз витрат, а також оптимізувати маршрути і режими роботи.

- *Навчання персоналу*

• Підвищення кваліфікації: Регулярне навчання технічного персоналу допомагає краще розуміти сучасні технології і методи управління ПММ. Кваліфіковані працівники здатні ефективніше використовувати ресурси знижувати витрати.

• Процедури економії: Розробка і впровадження стандартів і процедур для раціонального використання ПММ допомагає зменшити витрати і забезпечити ефективну експлуатацію техніки.

Екологічний аспект раціонального використання ПММ

- *Зменшення викидів забруднюючих речовин*

- Екологічні пального та мастила: Використання екологічних матеріалів допомагає зменшити негативний вплив на навколишнє середовище і відповідати сучасним екологічним стандартам.

- Системи очищення викидів: Впровадження технологій для очищення викидів допомагає зменшити рівень забруднення повітря і покращити екологічну ситуацію.

- *Раціональне використання ресурсів*

- Утилізація відходів: Розробка і впровадження ефективних методів утилізації відходів ПММ дозволяє зменшити їх негативний вплив на навколишнє середовище і знижувати витрати на їх обробку.

- Використання відновлювальних ресурсів: Переход на відновлювальні ресурси, такі як біопаливо, сприяє зменшенню залежності від невідновлювальних джерел та знижує екологічний слід.

Раціональне використання паливно-мастильних матеріалів є важливим фактором для забезпечення ефективної, економічної та екологічної експлуатації агроінженерної техніки. Сучасні методи, такі як оптимізація витрат пального, використання високоякісних мастил, моніторинг стану техніки та навчання персоналу, сприяють досягненню цих цілей і забезпечують тривалу і безвідмовну роботу техніки.

Основи безпечного використання ПММ

Безпека при використанні ПММ є ключовим аспектом, адже неналежне їх використання може призвести до небезпеки для людей і техніки. Правильне і безпечне поводження з ПММ є критично важливим для запобігання небезпекам, зниження ризиків і забезпечення ефективної та безперебійної роботи техніки.

Загальні принципи безпеки при роботі з ПММ

- *Ознайомлення з документацією та стандартами*
- Інструкції з експлуатації: Перед початком роботи з будь-якими ПММ важливо ознайомитися з інструкціями виробника. Вони містять важливу інформацію про безпеку, зберігання та використання матеріалів.
- Норми та стандарти: Знати і дотримуватись національних і міжнародних стандартів безпеки при роботі з паливом та мастилами. Це допоможе уникнути порушень і небажаних ситуацій.
- *Знання та використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ)*
- Захисний одяг: Використання спеціального одягу, такого як захисні комбінезони, рукавички та черевики, допомагає уникнути прямого контакту з небезпечними матеріалами.
- Захисні окуляри та маски: Для захисту очей і дихальних шляхів від пари та крапель ПММ необхідно використовувати захисні окуляри та маски.
- *Навчання персоналу*
- Проведення тренінгів: Регулярне навчання працівників з основ безпеки при роботі з ПММ є важливим аспектом. Тренінги мають охоплювати

правильне використання засобів захисту, процедури в разі аварійних ситуацій та основи першої допомоги.

- Перевірка знань: Періодичні перевірки знань і навичок персоналу допомагають підтримувати високий рівень обізнаності щодо безпеки.

Правила зберігання та транспортування ПММ

- *Зберігання ПММ*

- Окремі приміщення: Паливно-мастильні матеріали повинні зберігатися в окремих приміщеннях, які відповідають стандартам безпеки. Ці приміщення повинні бути добре провітрювані, захищені від прямих сонячних променів та джерел тепла.

- Герметичність контейнерів: ПММ повинні зберігатися у герметичних контейнерах, щоб уникнути витоків і забруднення. Обов'язково перевіряйте ці контейнери на наявність пошкоджень перед використанням.

- *Транспортування ПММ*

- Правильне пакування: Під час транспортування ПММ необхідно використовувати спеціально призначені для цього контейнери і упаковки, які забезпечують захист від витоків і забруднень.

- Виконання норм безпеки: Транспортування ПММ має відповідати вимогам безпеки, включаючи позначення небезпеки на упаковці, використання відповідних транспортних засобів і забезпечення необхідних заходів безпеки.

Безпека під час використання ПММ

- *Контроль за процесом заправки і зливу ПММ*

- Заправка та злив: Заправка і злив пального та мастил мають проводитися в спеціально відведених місцях, з використанням відповідного обладнання і засобів захисту. Уникайте заправки техніки при її роботі або на гарячих поверхнях.

- Злив та утилізація: Після використання ПММ важливо забезпечити правильний злив і утилізацію відходів, дотримуючись стандартів безпеки та екологічних норм.

- *Реагування на аварійні ситуації*

- Витоки і розливи: У разі витоків чи розливів ПММ необхідно негайно вжити заходів для їх локалізації і очищення. Використовуйте спеціальні абсорбуючі матеріали і повідомте відповідні служби.

- Перша допомога: Персонал повинен бути ознайомлений з основами надання першої медичної допомоги у випадку контакту з ПММ, таких як опіки, отруєння або інші травми.

Утилізація та переробка ПММ

- *Утилізація відходів ПММ*

- Система збору відходів: Розробка і впровадження ефективних систем для збору та утилізації відходів ПММ допомагає зменшити їх негативний вплив на навколишнє середовище. Використовуйте спеціально призначені контейнери для збору відпрацьованих мастил і пального.

- Екологічні норми: Утилізація ПММ повинна відповідати екологічним стандартам і нормам, що забезпечує безпечне і ефективне управління відходами.

- *Переробка і повторне використання*

- Переробка мастил: Впровадження технологій для переробки відпрацьованих мастил може зменшити потребу у нових ресурсах і знизити вплив на довкілля.

- Використання відновлювальних ресурсів: Розгляньте можливість використання відновлювальних ресурсів, таких як біопаливо, що знижує залежність від невідновлювальних джерел і позитивно впливає на екологію.

Безпечне використання паливно-мастильних матеріалів є ключовим аспектом для забезпечення ефективної і безперебійної роботи техніки, а також для запобігання небезпеці для людей і навколишнього середовища. Дотримання правил безпеки при зберіганні, транспортуванні, використанні і утилізації ПММ допомагає уникнути аварійних ситуацій і забезпечити довготривалу експлуатацію техніки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Паливно-мастильні та інші експлуатаційні матеріали. Навчально-методичний комплекс. / І.М. Бендера, В.І. Дуганець, М.І. Кизима, та ін. / За ред І.М. Бендери, В.І. Дуганця. – Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я.І., 2016.–420 с.
2. Антипенко А.М., Войтов В.А., Клімов П.М., та ін. Паливно-мастильні та інші експлуатаційні матеріали: Навчальний посібник для дистанційного навчання. – Харків: «Апостроф», 2011. - 234 с.
3. Механізми підвищення екологічності моторних палив: монографія / В. В. Ткачук, О. Ю. Повстяной. - Луцьк : Луцький НТУ, 2022. – 220 с.
4. Моторні палива: властивості та якість: підручник / С. Бойченко та ін. ; за заг. ред. проф. С. Бойченка / ; Нац. авіац. ун-т. - Київ : Центр учбової літератури, 2017. – 323 с.
5. Експлуатаційні матеріали для автотехніки: навч. посіб. / Червінський Т., Топільницький П., Ярмола Т.; Нац. ун-т "Львів. політехніка". - Львів : Левада, 2020. – 326 с.
6. Фізико-хімія паливно-мастильних матеріалів: [моногр. підруч.] / Г. Сіренко, В. Кириченко, І. Сулима. - Івано-Франківськ : 2017. – 507 с.
7. Окоча А.І., Білоконь Я.Ю. Паливно-мастильні та інші витратні матеріали: Довідник. - Київ: Вид-во ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2012. - 201 с
8. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення. К / Упор. В.Я.Чабанний. – Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2008. – 353с.
9. Антипенко А.М., Войтов В.А., Клімов П.М., та ін. Паливно-мастильні та інші експлуатаційні матеріали: Навчальний посібник для дистанційного навчання. – Харків: «Апостроф», 2011. - 234 с.
10. Кюрчев В. М. Паливно-мастильні та інші експлуатаційні матеріали: навч. посібник / В. М. Кюрчев. — Мелітополь: ТДАТА, 2003. — 206 с.

- 11.Полянський С.К., Коваленко В.М., Експлуатаційні матеріали для автомобілів і будівельно-дорожніх машин: Підручник.-К.:Либидь, 2005.- 504с.
- 12.Бензини автомобільні Євро. Технічні умови. ДСТУ 7687:2015. Видання офіційне. Київ ДП «УкрНДНЦ», 2015.
- 13.Паливо дизельне Євро. Технічні умови. ДСТУ 7688:2015. Видання офіційне. Київ ДП «УкрНДНЦ», 2015.
- 14.Сукач М.К. Автомобільні експлуатаційні матеріали. Паливно-мастильні матеріали та спеціальні рідини/ М. К. Сукач та інші.- Київ, 2006. - 256с
- 15.Кравець, А.М. Визначення якості пластичних мастил та охолоджуючих рідин [Текст] : метод. вказівки до лаб. робіт з дисципліни «Основи трибології і хіммотології» / А.М. Кравець, В. Г. Горбань. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – 34 с.
16. ДСТУ 4488:2005 Нафта і нафтопродукти. Методи відбору проб. - К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 29 с.
17. ДСТУ 7687:2015 Бензини автомобільні Євро. Технічні умови. К.: ДП "УкрНДНЦ", 2015. – 19 с.
18. ДСТУ 7688:2015 Паливо дизельне Євро. Технічні умови. К.: ДП "УкрНДНЦ", 2015. – 16 с.
19. ДСТУ ГОСТ 31072:2006 Нафта і нафтопродукти. Метод визначення густини, відносної густини та густини в градусах API ареометром (ГОСТ 31072-2002, IDT). - К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 10 с.
Інструкція з контролювання якості нафти і нафтопродуктів на підприємствах і організаціях України / Затв. Мінпаливенерго України, Держспоживстандартом України 04.06.2007 №271/121. – 29 с.

СОКОЛІК СЕРГІЙ ПЕТРОВИЧ
ШУЛЯК МИХАЙЛО ЛЕОНІДОВИЧ
БАТЮК ЛЮДМИЛА МИКОЛАЇВНА

ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ І СИСТЕМИ ФІЛЬТРАЦІЇ

Конспект лекцій

Частина 2

**для здобувачів 1 курсу освітньої програми «Агроінженерія» денної та
заочної форм здобуття освіти ступеню вищої освіти «бакалавр»**

Суми, РВВ, Сумський НАУ, вул. Герасима Кондратьєва, 160

Підписано до друку: „__” _____ 2025 р. Тираж 100 прим.

Гарнітура. Times New Roman.

Формат А5. Умовн. друк. арк. 2 Замовл. _____.
