

МЕХАНІКО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра експлуатації та ремонту рухомого складу

Д. С. Жалкін, С. Г. Жалкін

ХІМОТОЛОГІЯ МОТОРНИХ ОЛИВ

Конспект лекцій

з дисципліни

***«ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ, ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ
ПРОЕКТУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВ ТА ЕКОЛОГІЯ
ЛОКОМОТИВНОГО ГОСПОДАРСТВА»***

Частина 2

Харків – 2018

**Жалкін Д. С., Жалкін С. Г. Хімотологія моторних оливо:
Конспект лекцій. – Харків : УкрДУЗТ, 2018. – Ч. 2. – 53 с.**

Даний конспект є третьою частиною загального конспекту лекцій з дисципліни «Експлуатаційні матеріали, основи технології проектування підприємств та екологія локомотивного господарства», але другою частиною конспекту на названу тему.

В конспекті розглянуто особливості синтетичних та напівсинтетичних моторних оливо, класифікацію зарубіжних моторних оливо. Ретельно розглянуто методи контролю якості моторної оливи в експлуатації та основні причини старіння та погіршення якості оливи тепловозних дизелів. Окремо наведено методи поновлення властивостей відпрацьованої оливи, у тому числі в умовах локомотивного депо. Складено список запитань з підготовки модульного контролю та літератури.

Рекомендується студентам та магістрантам спеціальності 273 «Залізничний транспорт», що навчаються за освітньою програмою «Локомотиви та локомотивне господарство», всіх форм навчання, які вивчають курс «Експлуатаційні матеріали, основи технології проектування підприємств та екологія локомотивного господарства».

Іл.10, табл. 7, бібліогр.: 12 назв.

Конспект лекцій розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри експлуатації та ремонту рухомого складу 10 квітня 2017 р., протокол № 15.

Рецензент

проф. О. С. Крашенінін

Д. С. Жалкін, С. Г. Жалкін

ХІМОТОЛОГІЯ МОТОРНИХ ОЛИВ

Конспект лекцій

з дисципліни

*«ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ, ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ
ПРОЕКТУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВ ТА ЕКОЛОГІЯ
ЛОКОМОТИВНОГО ГОСПОДАРСТВА»*

Частина 2

Відповідальний за випуск Максимов М. В.

Редактор Решетилова В. В.

Підписано до друку 26.05.17 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 2,5. Тираж 50. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Український державний університет
залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.

ЗМІСТ

1 Особливості синтетичних і напівсинтетичних моторних олиव	4
2 Класифікація зарубіжних моторних олив	6
3 Методи контролю якості моторної оливи в експлуатації ..	11
4 Причини старіння та термін служби олив тепловозних дизелів	19
5 Основні причини погіршення якості оливи тепловозних дизелів	23
5.1 Терміни служби оливи і показники бракувань їх якості	31
6 Поновлення властивостей відпрацьованої оливи	31
6.1 Методи очистки моторних олив	35
6.2 Очистка оливи відстоюванням	36
6.3 Очистка від механічних домішок	36
6.4 Видалення води та палива	37
6.5 Видалення продуктів старіння	38
6.6 Комбіновані методи регенерації	39
6.7 Гідродинамічне диспергування олив	40
6.8 Установки для регенерації дизельної оливи в умовах депо	43
Питання для підготовки до модульного контролю	49
Список літератури	52

1 Особливості синтетичних і напівсинтетичних моторних олив

Синтетичні і напівсинтетичні оливи, що володіють за рядом експлуатаційних властивостей кращими, ніж нафтові (мінеральні) оливи, показниками, знаходять нині все більше застосування.

Синтетичні оливи отримують за допомогою процесів полімеризації і алкілування неграничних вуглеводнів, хлорування алканових і ароматичних вуглеводнів, конденсації ефірів і іншими способами. Ці оливи підрозділяються на такі класи:

- *вуглеводневі оливи* на основі поліальфаолефінових сполук, ізопарафінових вуглеводнів і алкілбензолу;
- *поліефірні оливи*, що включають аліфатичні поліефіри (поліалкіленгліколи), ефіри карбонових кислот, ефіри себацінової кислоти, неопентилполіефіри, ефіри фосфорної кислоти та ін.;
- *силіконові оливи*, що включають силосани і ефіри кремнієвої кислоти.

Властивості синтетичних олив розрізняються не лише між класами, але і усередині кожного класу.

Синтетичні базові оливи не мають усієї сукупності позитивних якостей, характерних для мінеральних олив. Проте окремі синтетичні оливи мають поліпшені експлуатаційні властивості, що перевищують властивості мінеральних олив.

Синтетичні моторні мастила залежно від основи бувають:

- діефірними;
- поліалкенгліколевыми;
- полісилосановими (силіконовими);
- фторовуглецевими;
- хлорфторвуглецевими.

Синтетичні оливи, як і мінеральні нафтові, мають позитивні і негативні властивості, якщо їх застосовувати як моторні. Так, наприклад, полісилосанові (силіконові) мають низьку мастильну здатність і властивості протизносу, високу розчинність води; діефірні оливи агресивні по відношенню до гумових виробів, оскільки викликають набухання і розм'якшення гумових прокладень, манжет, дюритів, шлангів. Цей недолік відсутній у поліалкенгліколевих олив, але їх застосування обмежується високою вартістю їх виробництва. Низька температура кипіння і

висока температура застигання виключають застосування як моторної оливи фторовуглецевих синтетичних олив.

Частина синтетичних олив може використовуватися як присадки (полібутени) і як гідравлічні рідини (ефіри фосфорної кислоти) та ін.

Вуглеводневі оливи (поліальфаолефінові) найбільш поширені в техніці і складають понад третину усіх синтетичних олив. Вони відрізняються універсальними мастильними властивостями, можуть працювати в широкому інтервалі температур, мають високий індекс в'язкості і стабільність властивостей. Ці оливи не викликають корозії металів, не роблять негативного впливу на матеріали прокладень, манжет і ущільнень і добре змішуються з мінеральними оливами. З усіх синтетичних олив ці оливи найдешевші.

Основні порівняльні показники нафтової (мінеральної) оливи і синтетичних моторних олив подано в таблиці 1.

Таблиця 1 – Основні показники синтетичних і мінеральних моторних олив

Найменування показників	Нафтова (мінеральна олива)	Синтетичні оливи			
		Діефірні	Поліалкєнглєколевє	Полєсил - оксановє	Фторовуглєцевє
В'язкєсть кєнематична при 100 °С, мм ² /с	2,5	3,2	3,2	3,5	-
Єндекс в'язкєстє	70	140...150	135...180	270	500
Тємпература застєганья, °С	-40...-73	-43... -63	-53...-63	-63... -100	-3...-23
Тємпература спалаху, °С	149	232	193	315	-
Тємпературна мєжа працєздатностє, °С	220	220	260...300	250	400...500
Втрати на випар при 100 °С за 22 год, %	8	0,1	0,1	0,1	0

Синтетичні оливи об'єднують в собі властивості найбільш малов'язких зимових і в'язких літніх класів і мають позначення в західних країнах Fully Synthetic - в перекладі «повністю синтетична». Вартість синтетичних моторних олив в середньому в 2-3 рази вище за мінеральні. Проте застосування їх доцільно не лише з експлуатаційної точки зору, але і з економічної, оскільки вони мають великий термін служби в двигунах до їх заміни. Крім того, у них менша витрата на чад.

Напівсинтетичні моторні оливи поліпшені завдяки спеціальній технології очистки і вмісту в них синтетичних добавок. Позначаються вони як Semi - Synthetic, в перекладі «напівсинтетична». Такі оливи мають кращі експлуатаційні властивості, але вони дорожчі за мінеральні, проте дешевше повністю синтетичних.

Перехід на добре очищені мінеральні, синтетичні і напівсинтетичні оливи полегшує пуск двигуна при низьких температурах (до -40°C) і економить від 2 до 5 % палива за рахунок зниження втрат на тертя в гідродинамічному режимі змащення, вони мають більший термін до заміни і меншу експлуатаційну витрату на 30-40 %.

Синтетична олива марки 15W40 застосовується для дизелів Cat3512 фірми Caterpillar, які встановлюються на тепловозах серії ЧМЕ-3П під час комплексної модернізації на Полтавському ТРЗ, а також для дизелів EMD645E3 модернізованих тепловозів М62, дизелів рейкових автобусів.

2 Класифікація зарубіжних моторних олив

У США і країнах Західної Європи моторні оливи маркуються відповідно до їх в'язкості (за класифікацією SAE – Товариства американських автомобільних інженерів).

Експлуатаційні властивості моторних олив визначаються за класифікаціями, розробленими API (Американський нафтовий інститут) і ACEA (Асоціація європейських виробників автомобілів), яка в 1996 р. замінила CCMC (Комітет виробників автомобілів Спільного ринку).

За класифікацією SAE моторні оливи поділяють на літні, зимові і всесезонні. Залежно від в'язкісно-температурних

показників моторних олів класифікація *SAE J300* включає п'ять класів літніх і шість класів зимових з індексом *W* (winter).

Оливи маркують таким чином: літні – *SAE 20, 30, 40, 50, 60* (цифра означає в'язкість в секундах Сейболта при температурі +90,9 °С); зимові – *SAE 0W, 5W, 10W, 15W, 20W, 25W* (цифра означає в'язкість в секундах Сейболта при температурі -17,8 °С, а *W* – перша буква від слова Winter – зима); всесезонні (загущені) оливи позначаються подвійною нумерацією. Наприклад, *SAE 10W-50* означає, що ця олива при температурі -17,8 °С відповідає за *SAE* в'язкості 10, при температурі +98,9 °С відповідає за *SAE* в'язкості 50.

Класифікація моторних олів за в'язкістю *SAE* наведена у таблиці 2.

Таблиця 2 – Класифікація моторних олів за в'язкістю *SAE J300 DEC 99*

Клас в'язкості	Низькотемпературна (динамічна) в'язкість		Високотемпературна в'язкість		
	Провертання ¹⁾	Прокачуваність ²⁾	Кінематична ³⁾ при 100 °С, мм ² /с		Динамічна ⁴⁾ при 150 °С і швидкості зсуву 106 с ⁻¹ , МПа·с, не менше
			min	max	
0w	6200 (-35 °С)	60000 (-40 °С)	3,8	-	-
5w	6600 (-30 °С)	60000 (-35 °С)	3,8	-	-
10w	7000 (-25 °С)	60000 (-30 °С)	4,1	-	-
15w	7000 (-20 °С)	60000 (-25 °С)	5,6	-	-
20w	9500 (-15 °С)	60000 (-20 °С)	5,6	-	-
25w	13000 (-10 °С)	60000 (-15 °С)	9,3	-	-
20	-	-	5,6	9,3	2,6
30	-	-	9,3	12,5	2,9
40	-	-	12,5	16,3	2,9*
40	-	-	* 12,5	16,3	3,7**
50	-	-	16,3	21,9	3,7
60	-	-	21,9	26,1	3,7

¹⁾ За методом *ASTM D 5293* (віскозиметр *CCS*, імітація холодного пуску).

²⁾ За методом *ASTM D 4684* (мініротаційний віскозиметр *MRV*).

³⁾ За методом *ASTM D 445* на скляному капілярному віскозиметрі.

⁴⁾ За методом *ASTM D 4683* або *CEC L-36-A-90*, на конічному імітаторі підшипника.

* Для класів *SAE 0W-40, 5W-40, 10W-40*.

** Для класів *SAE 40, 15W-40, 20W-40, 25W-40*

Класи в'язкості *SAE* в більшості випадків мають більш широкі діапазони кінематичної в'язкості при 100 °С, ніж класи в'язкості за ГОСТ 17479.1. З цієї причини одному класу *SAE* можуть відповідати два суміжні класи за ГОСТ 17479.1. Орієнтовна відповідність класів в'язкості олив за ГОСТ 17479.1 та за стандартом *SAE* наведена у таблиці 3.

Таблиця 3 – Відповідність класів в'язкості моторних олив за ГОСТ 17479.1 і класифікацією *SAE*

ГОСТ 17479.1	<i>SAE</i>	ГОСТ 17479.1	<i>SAE</i>
3з	5W	3з/8	5W-20
4з	10W	4з/6	10W-20
5з	15W	4з/8	10W-20
6з	20W	4з/10	10W-30
6	20	5з/10	15W-30
8	20	5з/12	15W-30
10	30	5з/12	15W-40
12	30	6з/10	20W-30
14	40	6з/14	20W-40
16	40	6з/16	20W-40
20	50		
24	60		

Класифікація *API* виділяє три експлуатаційні категорії моторних олив: «S» (Service) - оливи для чотиритактних бензинових двигунів; «C» (Commercial) – оливи для дизельних двигунів автомобільного транспорту, позашляхової будівельної та сільськогосподарської техніки; «EC» (Energy Conserving) - енергозберігаючі оливи - новий ряд високоякісних олив, що складається з малов'язких, легкотекучих олив, що зменшують витрату палива за результатами тестів на бензинових двигунах.

Маркування моторних олив за *API* складається із букв «S» або «C» та ще однієї букви латинського алфавіту, яка позначає рівень експлуатаційних властивостей (*A, B, C, D, E, F, G, H, J, L*

та *M* - для бензинових двигунів і *A, B, C, D, E, F, G, H, I* та *J* - для дизельних). Чим ближча до початку латинського алфавіту друга буква в маркуванні оливи, тим меншим вимогам відповідає дана олива. Універсальні оливи, що придатні для застосування і у бензинових, і у дизельних двигунах, мають подвійне позначення: *API 8C/CB, API 8P/CC*.

Класи дизельних олив *CD* та *CF* поділяються на ті, що призначені для чотиритактних та двотактних двигунів. Оливи, що призначені для двотактних дизелів, позначаються *CDII* та *CF-2*. На вітчизняному ринку є широкий асортимент моторних олив, що мають позначення за класами *API*. Відповідність маркування моторних олив за ГОСТ 17479.1 та за стандартом *API* наведена у таблиці 4. Відповідність класів в'язкості моторних олив і груп умов експлуатації за ГОСТ 17479.1 системам *SAE* і *API* наведена у таблиці 5.

Таблиця 4 – Відповідність груп моторних олив за ГОСТ 17479.1 і класифікацією *API*

ГОСТ 17479.1	За <i>API</i>	ГОСТ 17479.1	За <i>API</i>
А	<i>SB</i>	Г1	<i>SE</i>
Б	<i>SC/CA</i>	Г2	<i>CC</i>
Б1	<i>SC</i>	Д	<i>SF/CD</i>
Б2	<i>CA</i>	Д1	<i>SF</i>
В	<i>SD/CB</i>	Д2	<i>CD</i>
В1	<i>SD</i>	Е	<i>SG/CF</i>
В2	<i>CB</i>	Е1	<i>SG</i>
Г	<i>SE/CC</i>	Е2	<i>CF-4</i>
Не мають аналогів у вітчизняній класифікації			<i>SH, SJ, SL, SM, CG-4, CH-4, CI-4, CJ-4</i>

Таблиця 5 – Відповідність класів в'язкості моторних олив і груп умов експлуатації за ГОСТ 17479.1 системам *SAE* і *API*

ГОСТ 17479.1	Система <i>SAE</i>	ГОСТ 17479.1	Система <i>API</i>
1	2	3	4
Клас в'язкості		Група умов експлуатації	
Зимові			

ГОСТ 17479.1	Система <i>SAE</i>	ГОСТ 17479.1	Система <i>API</i>
3 ₃	5W	A	B
4 ₃	10W	B	SC/CA
5 ₃	15W	B ₁	SC
6 ₃	20W	B ₂	CA

Продовження таблиці 5

1	2	3	4
Літні			
6	20	B ₁	SD
8	20	B ₂	CB
10	30	Г	SE/CC
12	30	Г ₁	SE
14	40	Г ₂	CC
16	40	Д	CD
20	50	Е	-
Всесезонні			
3 ₃ /8	5W20	-	CE
4 ₃ /6	10W20	-	SG
4 ₃ /8	10W20	-	-
4 ₃ /10	10W30	-	-
5 ₃ /10	15W30	-	-
5 ₃ /12	15W30	-	-
6 ₃ /10	20W30	-	-
6 ₃ /12	20W30	-	-
6 ₃ /14	20W40	-	-
6 ₃ /16	20W40	-	-

Сертифікація моторних олиव за стандартом *API* передбачає цілу низку різнобічних випробувань і відповідність їх досить жорстким вимогам, тому клас оливи за *API* може бути підтверджений тільки сертифікатом, виданим *API*.

Класифікація за *ACEA* сформулювала єдині вимоги до моторних олив з боку провідних європейських автомобільних фірм. На відміну від *API*, специфікація *ACEA* якнайповніше враховує конструктивні особливості європейських двигунів і режими їх експлуатації в європейських умовах. Її вимоги за

окремими тестами значно перевищують вимоги *API*. Перевагу слід віддавати маркам олив, що пройшли випробування в *ACEA* і отримали відповідний клас якості за цією специфікацією.

Вітчизняні оливи, що мають маркування за ГОСТ 1747.1, почали додатково маркуватися і за міжнародною класифікацією. Орієнтовну відповідність моторних олив за класами в'язкості і групами за умов експлуатації за ГОСТ 17479.1 системі *SAE* і системі *API* можна визначити за таблицею 5.

Вищенаведені дані щодо олив і деякі інші дозволяють підібрати зарубіжні еквіваленти вітчизняним.

3 Методи контролю якості моторної оливи в експлуатації

Експлуатаційні властивості ПММ оцінюють непрямими й прямими методами.

Непрямі методи оцінювання експлуатаційних властивостей ПММ застосовуються для визначення фізико-хімічних властивостей і складу нафтопродуктів (зазвичай в умовах заводів - виробників ПММ) і дають змогу судити, наприклад, про пускові властивості палива за фракційним складом і тиском насичених парів, про пускові властивості олив - за в'язкістю за тієї чи іншої температури.

Прямі методи оцінювання поділяються так: *кваліфікаційні, стендові, контрольні, експлуатаційні*.

Кваліфікаційні методи, якими оцінюють експлуатаційні властивості нафтопродуктів, поділяються так:

- визначення корозійної активності за підвищених температур;

- випробування на одноциліндрових і малолітражних двигунах (визначення октанового й цетанового чисел);

- випробування на повнорозмірних двигунах у стендових умовах;

- лабораторно-дорожні (оцінка детонаційної стійкості в дорожніх умовах).

Найповніше оцінити всі експлуатаційні властивості ПММ можна безпосереднім випробуванням на повнорозмірному двигуні або машині.

В умовах заводів-виробників оливо оцінюються також такі показники, як лужність, температура застигання, лако-нагаро-відкладення, коксівність, зольність, корозійні властивості (вміст кислот та лугів), протизності, протизадирні, протипінні та антифрикційні; мийні властивості, масова частка води та ін. Задля поліпшення експлуатаційних властивостей оливо додаються присадки (цільові або багатофункціональні) у вигляді пакета.

Такі лабораторні методи застосовуються також і в науково-дослідних інститутах (центрах), в яких виконують випробування на окиснювання, корозію, хімічну сумісність, стабільність при збереженні, дисперсію, опір механічним діям (опір зрізу), випробування на тиск (пластичність та щільність плівки та ін.) Після довгих серій лабораторних випробувань буде складений остаточний список відповідних формул моторного мастила.

Для оцінки нових сортів оливо і присадок до них, їхньої придатності для певних типів двигунів проводяться випробування в такій послідовності: визначення основних фізико-хімічних показників; оцінка експлуатаційних властивостей на лабораторних установках; моторні випробування на малорозмірних двигунах або одноциліндрових відсіках двигуна; тривалі стендові випробування на повнорозмірному двигуні; експлуатаційні випробування.

Більша частина методів перевірки експлуатаційних властивостей моторних оливо досить складна, вимагає спеціального устаткування. Всебічні випробування моторних оливо виконуються у науково-дослідних закладах, на нафтопереробних заводах, лабораторіях Держстандарту.

Лабораторні випробування доповнюються стендовими випробуваннями, результати яких порівнюються з лабораторними випробуваннями. Моторні випробування здійснюють для визначення поведінки оливо у двигунах. Кожен вид випробувань організовується так, щоб виявити одну певну властивість оливоного матеріалу або декілька його властивостей. Одноразового моторного випробування недостатньо для одночасного визначення усіх властивостей. Стендові випробування проводяться або на стандартних багатопциліндрових або на одноциліндрових двигунах.

Після того, як ця серія випробувань завершена, і у тому випадку, якщо були отримані обнадійливіші результати, моторне мастило приводять у відповідність до стандартів країни-виробника, *API* та *ACEA*.

На завершальному етапі здійснюються експлуатаційні випробування оливи: нове моторне мастило використовується в реальних умовах роботи. Тільки експлуатаційні випробування можуть дійсно показати, наскільки та або інша олива підходить для виконання певних завдань.

Експлуатаційні випробування мають окремі переваги:

- вони дозволяють простежити зміни вимог до олив для різних двигунів, а також те, яким чином створені для них оливи виконують свою роботу;

- вони забезпечують цінну інформацію для удосконалення методів стендових випробувань на попередніх етапах розробки, що проводяться.

Експлуатаційні випробування зазвичай є дорогими і вимагають багато часу.

Виробники тепловозних двигунів випробування виконують на своїх стендах, характер і обсяг яких призначається в залежності від мети, з якою вони виконуються. Основні види й характер цих випробувань такі:

- обкатні і регулювальні випробування;
- приймально-здавальні випробування;
- періодичні випробування окремих зразків дизелів;
- реостатні випробування;
- поїзні випробування, які виконуються при пробігах до 150 тис. км.

В усіх цих видах випробувань відбираються проби олив для лабораторних досліджень, які проводяться як на заводах-виробниках, так і в лабораторіях наукових і навчальних закладів.

Після заводських ремонтів КР-1, КР-2 і деповських ПР-2, ПР-3 виконують обкатні і регулювальні випробування на реостатних установках з подальшою перевіркою якості ремонту у поїзній роботі. До і після ремонтів в обов'язковому порядку контролюється якість оливи.

Під час експлуатації тепловозів і дизель-поїздів хіміко-технічні лабораторії депо ведуть спостереження за зміною якості

оливи, залитої в картер двигуна або оливний бак. Для цього перед постановкою тепловозів і дизель-поїздів на технічне обслуговування ТО-3 і на поточні ремонти усіх видів відбираються проби оливи з дизелів. Перед відбором проби температура оливи повинна бути 50-60 °С.

Додатковий відбір лабораторних проб проводиться після зміни моторної оливи за бракувальними показниками і усунення несправностей, що викликали псування олив. Проби відбирають після 3-5 діб роботи тепловоза та дизель-поїзда у експлуатації.

Відібрані перед технічним обслуговуванням ТО-3 і поточними ремонтами проби моторної оливи підлягають аналізу на визначення *в'язкості, температури спалаху, значення водневого показника, лужного числа, загального забруднення та вмісту води*. Крім того, проби оливи відібрані на поточних ремонтах усіх видів, підлягають аналізу на диспергуючу здатність. При виявленні бракувального показника поза межами норм інші показники не визначаються. Проби, відібрані після зміни оливи за бракувальними показниками, аналізуються на в'язкість, температуру спалаху, вміст води і той показник, за яким було бракування.

Експлуатаційну придатність оливи оцінюють шляхом порівняння даних отриманих аналізів із бракувальними показниками, поданими в таблиці 6. При досягненні хоча б одним із фізико-хімічних параметрів бракувального значення слід провести операції відповідно до вказівок, викладених в Інструкції з використання мастильних матеріалів на тяговому рухомому складі залізниць України та у методичних вказівках до контрольних робіт.

Планову заміну моторної оливи в тепловозних дизелях виконують:

а) для тепловозів 2ТЕ10 в/і, М62, 2М62, ЧМЕ2 - на поточних ремонтах ПР-2 і ПР-3;

б) для тепловозів 2ТЕ116, ТЕП70, ТЕП150 – через 100 тис. км пробігу на чергових поточних ремонтах або технічному обслуговуванні;

в) для тепловозів ТЕМ7, ТЕМ1, ТЕМ2 в/і, ТЕМ3, ЧМЕ3 в/і, ТГМ, дизель-поїздів на ремонтах усіх видів;

г) для гарантійних тепловозів і дизель-поїздів відповідно до заводських інструкцій.

Відпрацьована олива, що зливається з картера при плановій заміні, яка набула бракувальних параметрів, передається на регенерацію, а в тих випадках, коли злита олива не досягла за показниками якості норм бракування, вона підлягає повторному застосуванню:

а) для проведення реостатних випробувань;

б) при повній зміні оливи за бракувальними нормами у тих випадках, коли пробіг, який залишився до планової заміни оливи для магістральних тепловозів і дизель-поїздів, не перевищує 10-15 тис.км, а для маневрових і вивізних тепловозів 30-40 діб. При кожній заміні моторної оливи слід робити ретельне продування оливної системи дизеля, промивання і протирання картера або оливного баку. Промивання здійснювати промивальною рідиною МПТ2М.

Таблиця 6 – Норми бракування олив

Фізико-хімічні властивості	Значення параметра	Нормативний документ, за якого визначають
1	2	3
Температура спалаху, яка визначається у відкритому тиглі, °С, нижче	170	ГОСТ 4333
В'язкість кінематична при температурі 100 °С, мм ² /с (сСт) олив:		
М-14Б; М-14В ₂ ; М-14Г ₂ , більше	16,5	ГОСТ 33
М-14Б; М-14В ₂ ; М-14Г ₂ , менше	11,5	
Забруднення оливи, см ⁻¹ , для тепловозів типів ТЕ10, М62, ЧМЕЗ, дизель-поїздів, більше	1300	
Те саме, для тепловозів 2ТЕ116, ТЕП70, ТЕП150, ТЕМ7 більше	1500	ГОСТ 24943
Те саме, для інших серій тепловозів, більше	650	

Значення водневого показника оливи М-14В ₂ , менше	5,5	Інструкція рН-метра будь-якої моделі зі скляними електродами
Те саме, оливи М-14Б, М-14Г ₂ , менше	5,0	

Продовження таблиці 6

1	2	3
Загальне лужне число, мг <i>КОН</i> на 1г оливи М-14Б, при вмісті сірки в паливі до 0,2 %, менше	0,30	ГОСТ 11362
Те саме, до 0,35 %, менше	0,45	
Те саме, до 0,5 %, менше	0,60	
Загальне лужне число, мг <i>КОН</i> на 1г, олив марок М-14В ₂ , М-14Г ₂ при вмісті сірки в паливі до 0,2 %, менше	0,60	ГОСТ 11362 ISO 3771
Те саме до 0,35 %, менше	0,90	
Те саме до 0,5 %, менше	1,20	
Вміст води якісно При позитивній якісній пробі масова частка	Наявність	-
води, %, більше	0,06	ГОСТ 1547
Диспергуюча здатність, менше	0,35	ГОСТ 2477

Часткові заміни оливи («поновлення») не допускаються, тому що при цьому за якістю «поновлена» олива значно поступається свіжій. У результаті дизель тривалий час працює на оливі, якість якої близька до бракувальної, що знижує ресурс роботи деталей дизеля.

Реостатні випробування дизель-генераторних установок при випуску тепловозів із поточних ремонтів ПР-2 і ПР-3 проводять на злитій за пробігом відпрацьованій оливі із показниками якості, які не досягли бракувальних норм. Під "час" реостатних

випробувань центрифуги і фільтри тонкого та грубого очищення повинні бути ввімкнені.

Після закінчення реостатних випробувань олива повинна бути злита з оливної системи дизеля, картер дизеля або оливний бак повинні бути промиті і протерті, після чого залита свіжа олива. Перед заливанням свіжої оливи очищають фільтри грубого очищення і центрифуги, а фільтри тонкого очищення оливи замінюють новими. Для тепловозів ЧМЕ всіх індексів промивання оливної системи дизеля після ремонту здійснюється моторною оливою, яка не досягла норм бракувальних показників.

Свіжа олива перед заправкою в картер або оливний бак повинна відповідати усім показникам якості, передбаченим стандартом або технічними умовами на оливу. Контроль кількості оливи в системі змащення дизелів у процесі експлуатації проводиться відповідно до Інструкції з експлуатації тягового рухомого складу.

Повну заміну оливи марки МС-20 у ванні регулятора частоти обертання робити через одне технічне обслуговування ТО-3 тепловоза з промиванням ванни. Промивання ванни регулятора робити чистим профільтрованим гасом або дизельним паливом.

Кожне локомотивне депо, що виконує ремонт тепловозів і дизель-поїздів і заміну моторних олив, повинно мати спеціальні ємкості для зберігання і пристосування для часткової регенерації (підігрів, відстій, фільтрація, видалення води і т.п.) зливої моторної оливи при ремонті з показниками якості не нижче бракувальних норм.

На залізничному транспорті набув поширення непрямий багатоінформаційний метод оцінки стану дизелів тепловозів без їх розбирання, заснований на постійному контролі концентрації домішок і продуктів зносу в оливі картера. Співвідношення і концентрація домішок, інтенсивність їх накопичення відповідають стану двигуна.

Основними елементами домішок в оливі, що відбивають стан зносу і технічного стану дизеля, є *Fe, Cu, Pb, Si, Al, Ba* і *Na*. Наявність заліза характеризує знос циліндро-поршневої групи, співвідношення заліза і міді дозволяє визначити знос компресійних поршневих кілець; збільшення вмісту міді (при

малих концентраціях заліза і свинцю) вказує на стан втулок пальців шатуна, а накопичення свинцю пов'язане зі зносом підшипників колінчастого вала, підвищена концентрація алюмінію і кремнію характеризує незадовільну повітро- і оливоочистку при роботі в запилених умовах, появи в оливі натрію є наслідком попадання в картер води з системи охолодження; зниження концентрації барію вказує на інтенсивне видалення присадки.

Найбільш швидким і надійним методом аналізу оливо в умовах експлуатації визнаний експресний спектральний аналіз із застосуванням фотоелектричних установок типу МФС-3(5,7). Установки дозволяють виконати аналіз оливо без попереднього озолення протягом 3-5 хв.

Зіставлення результатів технічного огляду дизелів з показниками концентрації продуктів зносу в оливі картера дозволяє розділити парк дизелів за градаціями стану на чотири групи (таблиця 7).

Зіставлення результатів аналізів з фактичним станом двигунів підтверджує достатню надійність спектрального аналізу дизельної оливи, вироблюваного за допомогою квантометра МФС-3 або МФС-5.

Таблиця 7 – Градації стану дизелів

Елементи	Концентрація продуктів зносу, г/т оливи при стані двигуна			
	хоро- шому	задовіль- ному	що вимагає підвищеного контролю	незадовільному, аварійному, що вимагає розбирання
Залізо	До 50	50-100	100-150	Більше 200
Свинець	» 40	40-100	100-150	» 200
Мідь	» 30	30-60	60-100	» 150

Досконалішим є спектрограф МФС-7, на якому можливо визначати концентрацію до 24 елементів з комп'ютерною обробкою інформації. Для прискореного аналізу дизельних оливо

в невеликих депо застосовують звичайні кварцеві спектрографи, якими оснащений ряд лабораторій залізниць і депо.

Результати аналізів картерних оливо дизелів тепловозів та дизель-поїздів заносяться до журналу форми ТУ-145 (рисунок 1).

Локомотив _____ секція № _____

1	2	3	4	Результати лабораторного аналізу								13		
				5	6	7	8	9	10	11	12			
				Температура спалаху у відкритому тиглі °С	100 °С, мм ² /с (Вся)жість кінематична при	Вміст води, %	Вміст механічних домішок, %	Оптична щільність	Водневий показник рН	мг КОН на 1г оливи	Кислотне число,	мг КОН на 1г оливи	Лужне число,	Причини заміни оливи

Рисунок 1 – Форма журналу ТУ-145

4 Причини старіння та термін служби оливо тепловозних дизелів

Олива, яка використовується у двигунах внутрішнього згорання, являє собою складну суміш вуглеводів і компонентів

багатофункціональних присадок, має певні фізико-хімічні й експлуатаційні властивості. Циркулюючи в оливній системі працюючого двигуна й забезпечуючи змащення й охолодження нагрітих поверхонь тертя, вона піддається комплексному впливу високої температури, кисню повітря, палива й продуктів його згоряння, продуктів зношування деталей двигуна й сторонніх домішок (пилу, палива, води), що попадають ззовні. При цьому відбувається безперервна зміна структури вуглеводів самої оливи, відбуваються складні фізико-хімічні процеси, об'єднані загальним терміном «старіння оливи».

Під терміном «старіння оливи» мається на увазі сукупність різних процесів, що призводять до зміни її фізичних і хімічних властивостей при використанні в двигунах і при зберіганні. Якщо вважати, що сучасна моторна олива – це базова олива плюс присадки, то складний комплекс явищ, що відбуваються при старінні оливи, можна розділити на такі: хімічні і фізико-хімічні процеси старіння оливної основи, зовнішнє забруднення оливи і спрацювання присадок. Таке ділення умовне, оскільки усі процеси, що відбуваються з оливою при старінні, взаємозв'язані. Проте для встановлення закономірностей старіння оливи доцільно розчленувати ці процеси на простіші, хоча для цього і потрібно деякі умовні допущення.

Найбільший вплив на старіння оливи мають:

- температура. Великим змінам піддається структура вуглеводнів оливи у верхній зоні циліндра й поршневих кілець (у камері згоряння), де діють максимальні температури (наприклад, у дизелі 10Д100 максимальна миттєва температура газів у камері згоряння досягає 1350 К), а олива перебуває у вигляді тонкої плівки;

- інтенсивне спрацювання присадок (особливо при обводненості оливи);

- кисень повітря. У процесах усмоктування й стиску, особливо у дизелів з наддуванням, поверхня оливної плівки підпадає під вплив кисню повітря, у результаті чого відбувається інтенсивне окиснення вуглеводнів оливи;

- продукти згоряння. У камері згоряння й у картері (у результаті прориву деякої частини випускних газів) олива підпадає під вплив продуктів згоряння, особливо таких, як

сірчисті гази SO_2 , SO_3 , а також водяної пари. У результаті в оливу попадають кислоти й інші агресивні сполуки. Це особливо спостерігається при роботі двигунів на сірчистому паливі, на режимах холостого ходу та невеликих потужностях (до $0,25 N_e$);

- продукти забруднення. Ззовні у двигун із засмоктуваним повітрям попадають пил, водяна пара. Крім того, має місце проникнення в оливу палива в результаті неповного його згоряння й недосконалості конструкції паливної апаратури, а також води із системи охолодження дизеля внаслідок незадовільної роботи ущільнень. Найчастіше це спостерігається при експлуатації тепловозів при низьких температурах навколишнього середовища.

Таким чином, сутність старіння оливи у двигуні визначають такі процеси: окиснення вуглеводневих складових оливи з утворенням різних кислих продуктів і смол; забруднення продуктами неповного згоряння палива, продуктами зношування, повітряним пилом і водою; спрацьовування компонентів присадок.

У результаті старіння оливи змінюються її експлуатаційні властивості. При цьому варто мати на увазі, що експлуатаційні властивості оливи, які досягнуті у процесі старіння, мають навіть більше значення, ніж її первісні властивості, і досягаються вже через нетривалий час роботи двигуна після додавання свіжої оливи.

Процес старіння оливи призводить до підвищення її схильності до відкладень, які підрозділяються на лакові відкладення, нагари й опади. Під лаковими відкладеннями розуміються щільні плівки продуктів окиснення оливи на гарячих поверхнях деталей двигуна. Тонка лакова плівка істотно погіршує теплопередачу, відвід тепла від деталей двигуна, підвищує їх теплонапруженість. У результаті утворення лакової плівки спостерігається пригоряння поршневих кілець, що сприяє більшому проникненню оливи в камеру згоряння й підвищеній витраті її на чад та посиленню прориву газів у картер. Це призводить до втрати потужності двигуна, підвищеного зношування циліндрових втулок і кілець, прискорення подальшого окиснення оливи.

Нагаром називають продукти глибокого окиснення вуглеводнів оливи (а також і палива) у вигляді твердих відкладень на стінках камери згоряння, днищі поршня, у випускних вікнах циліндрових втулок, на клапанах, кришках циліндрів, форсунках. Нагар, як і лак, є поганим провідником тепла. Тому нагароутворення приводить до тріщин у циліндрових кришках, прогару поршнів та клапанів. Відкладення нагару на форсунках різко погіршує розпилювання палива, а у вікнах циліндрових втулок погіршує продувку циліндрів, знижує коефіцієнт надлишку повітря, викликає догоряння газів у випускному колекторі, знижує потужність двигуна, підвищує димність випуску, різко збільшує витрату палива й т.п. Оподи (низькотемпературні відкладення) являють собою липку мазеподібну масу чорного або темно-коричневого кольору, яка осаджується з оливи в оливопроводах, на фільтрах сітки оливного насоса, на стінках та дні картера. Забиваючи елементи оливної системи, оподи скорочують або взагалі припиняють доступ оливи до насосів, деталей тертя, оливних фільтрів, що може привести до аварійних ушкоджень двигуна.

Підвищення вмісту сірки в паливі прискорює старіння оливи, що приводить до скорочення терміну служби її в дизелі й сприяє збільшенню інтенсивності зношування поверхонь тертя, більш швидкому нагромадженню нерозчинних домішок і підвищенню щільності нагару.

Таким чином, сутність старіння оливи у двигуні є складним комплексним процесом, якій залежить від багатьох факторів, у тому числі конструкції поршня, паливної апаратури, регулятора та інших вузлів (рисунок 2).

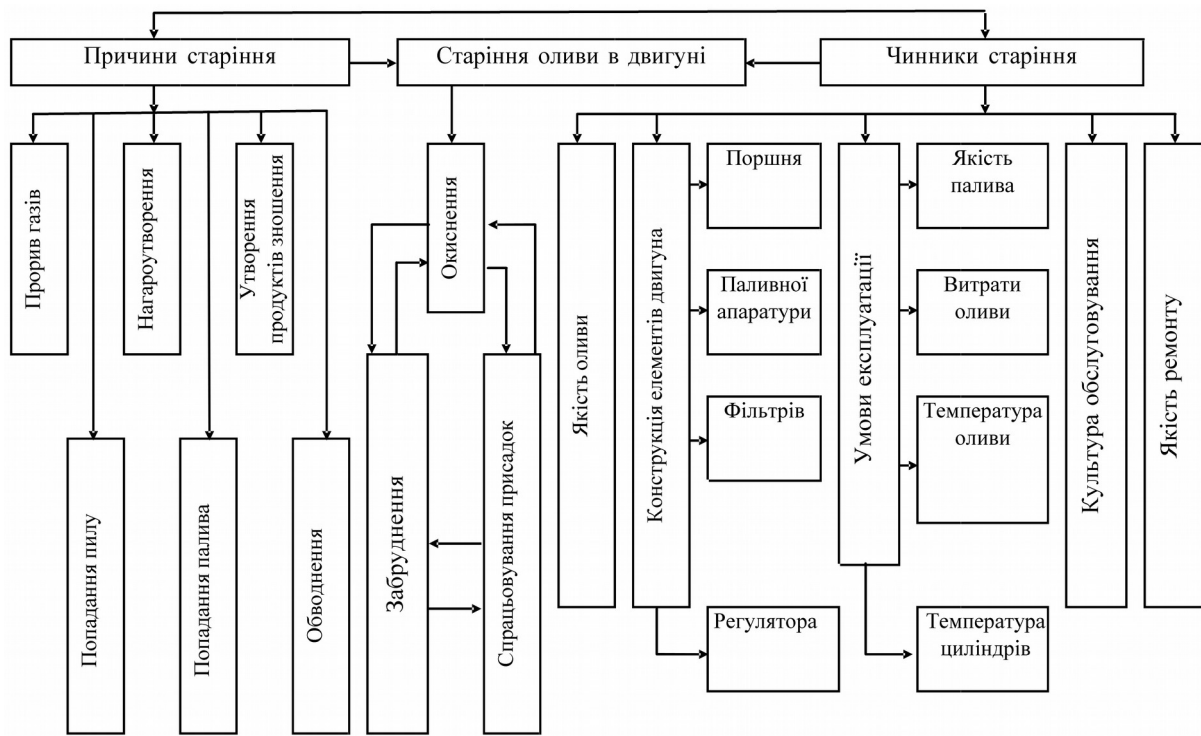


Рисунок 2 – Фактори, що впливають на процеси старіння оливи в двигуні

Велика увага приділяється визначенню тих показників якості моторної оливи, які можуть прямо або побічно характеризувати процес її старіння. Однак, незважаючи на велику кількість різних методів оцінки експлуатаційних властивостей як свіжих, так і моторних оливи, що працювали, немає єдиної системи визначення придатності оливи для подальшої роботи у двигуні.

5 Основні причини погіршення якості оливи тепловозних дизелів

Зміна в'язкості й температури спалаху оливи. Особливість експлуатації тепловозних дизелів полягає у тому, що вони до 30-70 % часу працюють на холостому ході, тривалий час на перехідних режимах і малих навантаженнях. Відомо, що паливні насоси тепловозних дизелів на режимах малої подачі працюють нестійко. Це призводить до неякісного розпилювання палива, порушення нормального протікання робочого процесу в циліндрах, у результаті чого незгоріле паливо частково осаджується на стінках циліндрів, стікаючи потім у картер, а також попадає в картер з газами.

Для підвищення стійкості роботи паливних насосів і попередження зниження в'язкості моторної оливи на тепловозних дизелях встановлені механізми вимикання на холостому ходу частини паливних насосів, обмежено роботу дизеля на нульовому положенні контролера до 1 год, змінене кріплення форсунок і т.п. Однак в експлуатації, як і раніше, на ряді тепловозів є випадки зниження в'язкості й температури спалаху оливи.

Як відомо, щоб забезпечити повне й своєчасне згоряння палива в циліндрах, початок його упорскування повинен здійснюватися з певним випередженням щодо положення поршня у в. м. т. Для дизеля упорскування палива при куті випередження більше норми відбувається в невідповідне середовище й період затримки спалаху палива збільшується. При цьому має місце стукіт і підвищена жорсткість роботи дизеля, що шкідливо позначається на шатунно-поршневій групі й вкладишах підшипників колінчастого вала.

При куті випередження менш норми процес згоряння палива відбувається на такті розширення, що приводить до зниження потужності дизель-генератора, догоряння палива у випускних колекторах, перегріву охолоджуючої води, збільшення нагаровідкладень на вікнах втулок циліндрів, випускних клапанах і у сопловому апараті турбокомпресора. Неповне згоряння палива внаслідок відхилень від норми кута випередження впорскування палива призводить до його попадання в картер і зниження в'язкості оливи.

На зміну в'язкості оливи діє також вплив рівномірності подачі палива насосами, що забезпечується регулюванням їхньої подачі й ретельно встановленим виходом рейок паливних насосів. Порушення регулювання виходу рейок приводить не тільки до перерозподілу потужності за циліндрами, але й до нестійкої роботи паливних насосів на холостому ходу, що викликає нерівномірне розпилювання палива й неповне його згоряння.

Зі збільшенням температури палива від 30 до 80 °С його в'язкість зменшується в 2,5 разу. При зменшенні в'язкості знижується далекобійність струменів палива, виникає нерівномірний розподіл палива по циліндру з більшою його концентрацією по периферії, відбувається осадження палива на

стінках циліндра й зрізання його кільцями в картер дизеля. У міру збільшення температури годинна витрата палива на холостому ході зростає. У зв'язку із цим необхідно при експлуатації тепловозів попереджати випадки підвищення температури палива.

Зниження в'язкості моторної оливи можливо також у результаті попадання незгорілого палива в картер з випускними газами. Гази, що прориваються із циліндрів дизеля, складаються із паливно-мастильної пари і газів. Як основний метод боротьби зі шкідливою дією картерних газів використовується примусова вентиляція картера.

Під загальним поняттям «Забруднення оливи» мається на увазі накопичення в ній небажаних домішок, що погіршують експлуатаційні властивості оливи. Забруднення (їх називають також механічними домішками), що надходять в оливу, можна розділити на нерозчинні і розчинні домішки (продукти окиснення оливи).

Нерозчинні домішки в оливі накопичуються шляхом появи сажі, продуктів зносу, сторонніх речовин ззовні, а також внаслідок утворення продуктів окиснення і термічного розкладання оливи.

Забруднення оливи. Складний механізм забруднення оливи продуктами старіння можна подати в такий спосіб: у верхній, високотемпературній зоні (зона в.м.т. першого поршневого кільця) на оливну плівку діють максимальні температура й тиск, а також продукти згоряння палива. Тонкий шар оливи, що залишився на стінках циліндрової втулки з боку камери згоряння, забруднюється продуктами згоряння палива. Олива під дією високої температури, кисню повітря й продуктів згоряння палива перетворюється на смолисту речовину, а потім на лак. Смолисто-лакова плівка є середовищем, у якому містяться продукти згоряння. При цьому треба врахувати, що шар оливи в циліндрі постійно поновлюється поршневими кільцями, а температура на поверхні оливної плівки в цій зоні досягає 300-350 °С. У вуглеводневій плівці відбувається складний фізико-хімічний процес, що повторюється із частотою робочих ходів. У результаті «насосної дії» ущільнювальних кілець і дії оливознімних кілець у

високотемпературну зону надходять все нові й нові порції оливи, а олива, що відпрацювала у верхній зоні, скидається в картер.

Присадки витрачаються на нейтралізацію кислих продуктів згоряння палива й окиснювання оливи. Наявність у складі присадок металів та різних хімічних речовин при згорянні оливи збільшує зольність, коксівність продуктів розпаду, які перебувають у циркулюючій оливі разом із частками забруднень.

Продукти глибокої окисної полімеризації, відкладаючись у зонах високих температур, потрапляють до картера і продовжують впливати на якість оливи. У картері двигуна, що працює, формується складна суміш вихідної оливи з різними продуктами її старіння, від яких повністю очистити оливу за допомогою фільтрів не вдається. Через це кількість шкідливих частинок вуглеводнів в оливі збільшується.

Виділяють дві основні групи домішок, що забруднюють оливу:

- *органічні* (потрапляють в оливу з камери згоряння) - це продукти неповного згоряння палива і продукти термічного розпаду, окиснення та полімеризації оливи (розміри яких складають не більше 2 мкм);

- *неорганічні* - частинки пилу, зношених деталей, продукти зношування присадок тощо розміром 0,5-1,0 мкм.

Крім того, з камери згоряння в оливу можуть потрапити вода, сполуки сірки й свинцю. Інтенсивність забруднення оливи в картері двигуна, що працює, залежить від: виду і властивостей палива; якості моторної оливи; конструкції та технічного стану двигуна; режиму його роботи в конкретних умовах експлуатації та інших факторів. При зниженні повноти згоряння палива і збільшенні прориву газів в картер олива забруднюється передусім органічними домішками. Внаслідок цього кількість вуглецевих часток в оливі зростає (рисунок 3).



Рисунок 3 – Речовини, що забруднюють моторні оливи

Обводненість оливи. Значна кількість моторної оливи бракується через попадання у неї води. В інструкції із застосування моторних олив вказано, що олива підлягає зливу за наявності позитивної якісної проби та вмісту масової частки води більше 0,06 %. Це викликано тим, що при попаданні води в оливі утворюється емульсія, розривається оливна плівка у парах тертя (підшипник – колінчастий вал, кільце – гільза циліндра та ін.), з’являються згустки (шлам), які забивають оливопровідні труби, утворюючи тим самим зменшення подавання оливи до поверхонь тертя, збільшується знос і корозія деталей двигуна.

Порушення оливного шару і виникнення граничного тертя призводить до підвищеного зносу підшипників з бабітовою заливкою вкладишів та інших деталей з кольорових металів та сплавів. Наявність парових пухирців у оливі приводить до кавітаційних пошкоджень (каверн), які підсилюються електрохімічною корозією. Відомо, що при наявності у оливі 5 % води знос вкладишів підшипників колінчастого вала протягом 12 год при повному навантаженні відповідає зносу за пробіг 100-110 тис.км. Навіть короткочасне знаходження крапель води у

системі змащення призводить до їх взаємодії з активною частиною присадок і сприяє випаданню останніх в осад, викликаючи тим самим зміну ряду фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей оливи.

До числа основних режимів тепловозних дизелів, що мають місце при їх експлуатації, можна віднести такі: перехідний режим при пусках двигуна, розгоні, наборі та скиданні навантаження; режим холостого ходу; номінальний, частковий навантажувальний і швидкісний режими. Для магістральних і маневрових тепловозів час роботи силових установок на номінальному режимі складає 5-12 %, на холостому ходу – 30-70 %, на несталих режимах – 16-45 %.

У процесі роботи тепловозних дизелів на холостому ходу, малих навантаженнях і перехідних режимах у картер попадає вода або її пара за нещільностями водяної системи та з вихлопними газами (при згорянні 1 кг палива виникає 1,2...1,4 г води). Металеві продукти зносу деталей дизелів у присутності води, взаємодіючи з органічними кислотами, утворюють їх солі (мила). Вони погано розчиняються у оливі і випадають з неї у вигляді осадів (шламу) при порівняно низьких температурах. Шлам, окрім води і солей органічних кислот, містить також продукти зносу та органічні складові нерозчинних у оливі домішок (смоли, асфальтени і т. п.), які роблять шлам липким. Відкладення низькотемпературних осадів, мазеподібної липкої маси, у трубопроводах оливної системи та теплообмінниках можуть привести до часткового і повного припинення подачі оливи до підшипників колінчастих валів і поршнів, до інших вузлів тертя, а також до зниження охолоджувальної здатності водо-оливних радіаторних секцій холодильників тепловозів та теплообмінників.

Експериментами встановлено, що при одноразовому попаданні в моторну оливу М14Б 0,5 % і більше відсотків води помітно погіршуються значення диспергуючої здатності, водневого показника pH , лужного числа, корозійні властивості оливи, знижується вміст активного барію (тобто присадки). Вода, що якийсь час циркулює за системою змащення, утворює з оливою водооливну емульсію і при температурі працюючого двигуна поступово випаровується з оливи. У результаті цього

сильно ускладнюється контроль за обводненістю моторної оливи в процесі роботи двигуна. Визначення вмісту води в оливі за загальноприйнятим методом Дина й Старка (ДСТУ 2477) дозволяє тільки встановити, скільки води перебуває в оливі на момент аналізу (тобто на технічному обслуговуванні ТО-3 або поточному ремонті ПР-1), але зовсім не характеризує процес проникнення води в оливу й її випаровування.

Вода може потрапити до оливи в результаті конденсації водяної пари у картері. У цих випадках вміст води в оливі невеликий й не перевищує звичайно 0,02 %. Але на тепловозних дизелях вода проникає в картер головним чином із системи охолодження. Це підтверджується тією обставиною, що при масових одноразових аналізах оливи з тепловозів на обводненість у всіх випадках присутності хоча б слідів води в оливі не було, а виявлявся вміст нітриту натрію, тобто антикорозійної присадки, що вводиться в охолоджувальну воду. Це підтверджується при застосуванні спектрального аналізу оливи.

Для запобігання утворенню низькотемпературних опадів слід усунути причини попадання води в картерну оливу, уникати тривалої експлуатації тепловоза при низьких температурах охолоджуючої води й оливи в системах дизеля, особливо у сезонні періоди експлуатації. Треба запобігати прогріву тепловозних двигунів у режимі так званого «самопрогріву», застосовуючи прогрів при відстої тепловозів від стороннього джерела теплової енергії або мобільного (бортового) устаткування, що призведе до зниження опадоутворення в картері, підвищення до нормального рівня температури охолоджуючої води й оливи при роботі дизеля на малих і середніх навантаженнях, особливо взимку.

Лужність та кислотність моторної оливи. У період роботи дизеля в оливі відбуваються складні фізичні й хімічні процеси, що приводять до утворення кислот. Внаслідок своєї корозійної агресивності кислоти можуть вступати в реакцію з металом втулок циліндрів, поршнів, вкладишів підшипників колінчастого вала, викликаючи їхнє підвищене зношування.

Для зниження активності кислот й попередження виникнення таких реакцій в оливу вводять спеціальні присадки, у сполуках яких є метал (барій, цинк або кальцій). При цьому

кислоти, що утворилися, взаємодіють в основному не з металом деталей дизеля, а з металом присадки, у результаті чого відбуваються нейтралізація кислих продуктів і утворення, наприклад, нерозчинного сульфату барію $BaSO_4$, що затримується фільтрами. Процес нейтралізації кислот викликає витрату присадки й зниження лужності оливи. Найбільш інтенсивне зниження лужності оливи відбувається при роботі дизеля на паливі з великим вмістом сірки.

Крім цього, у оливній плівці на стінках втулок циліндрів, поршнів і кілець під впливом високих температур, кисню повітря й продуктів згоряння палива також утворюються агресивні сполуки. Наявність постійного надлишку лужності оливи сприяє нейтралізації кислот, які утворюються в плівці, що запобігає корозійному руйнуванню поверхонь тертя деталей.

Істотно впливає на витрату присадки наявність води в оливі. Вона викликає розпад присадки, вимиваючи її з оливи й погіршуючи її ефективність. Під впливом води відбувається коагуляція диспергованих вуглеводневих часток, випадання їх в осад і відкладення на фільтрах очищення оливи. Наявність води в оливі різко збільшує витрату присадки й приводить до зниження лужності оливи. Присадки витрачаються також на диспергування нерозчинних і нейтралізацію розчинних домішок, при цьому також відбувається зниження лужності оливи.

Окиснення оливи. Олива при роботі двигуна під дією кисню повітря й високої температури піддається передусім окисненню. Накопичення в оливі продуктів окиснення, таких як оксикислоти, смоли, асфальтени, карбіди, карбоїди, приводить, як відзначалося раніше, до утворення різних відкладень у двигуні. Поява в оливі в результаті окиснення оксидів і кислот обумовлює корозійну агресивність оливи. Таким чином, процес окиснення є одним з основних джерел, що впливають на утворення забруднень органічного походження (смол, асфальтенів і т. д.) і кислих продуктів.

Окиснення оливи відбувається за стадіями, проходячи різні проміжні стадії, і залежить від будови і стабільності вуглеводнів, а також від умов, в яких протікає цей процес.

Первинні продукти окиснення – низькомолекулярні кислоти і оксикислоти – розчинні в оливі сполуки. Проміжні продукти окиснення, такі як альдегіди і оксикислоти, здатні до реакції

полімеризації, утворюючи при цьому високомолекулярні продукти – смоли, асфальтени та ін.

За наявності в оливі присадок антиокиснювальний компонент уповільнює процес окиснення, а нейтралізуючий компонент (метал присадки) вступає в реакцію з органічними кислотами.

Міру окисненості оливи побічно можна охарактеризувати її кислотним числом. Закономірність зміни кислотного числа оливи така: в початковий період відбувається різке зростання його, потім швидкість наростань зменшується і стає практично постійною.

Різке збільшення кислотного числа оливи в початковий період експлуатації обумовлене наявністю великої кількості нестабільних вуглеводнів, які окиснюються з великою швидкістю. Надалі зростання кислотного числа сповільнюється, що, з одного боку, пов'язано з незначним окисненням більш стабільніших вуглеводнів, а з іншого - дією антиокиснювальної присадки.

Стабільність олив оцінюють термостійкістю і термоокиснювальністю.

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

Термоокиснення – це термостійкість нафтопродукту до дії кисню.

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

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

5.1 Терміни служби оливи і показники бракувань їх якості

У керівництві з експлуатації двигунів вказані терміни служби олив до заміни в кілометрах пробігу (автівки, тепловози), або в машино-годинах (двигуни будівельних, дорожніх машин), або за терміном (часом) служби. Зазвичай для автомобільних

двигунів термін служби олив знаходиться в межах 10-15 тис. км пробігу, дизелів тепловозів – 100 тис.км для магістральних тепловозів і 1,5 року для маневрових.

Проте подані в керівництві з експлуатації дані щодо періодичності заміни олив справедливі за нормальних умов експлуатації і при справному технічному стані двигунів. Тому про доцільність заміни олив на свіжі слід судити не за пробігом або часом напрацювання, а за фактичним станом оливи, що дозволить понизити витрати на технічне обслуговування і ремонт двигунів, також економніше витратити дефіцитні і дорогі оливи.

Нині, на жаль, немає стандартизованих значень показників граничного стану працюючих олив, за якими можливо визначити необхідність своєчасної їх заміни. Існують лише деякі усереднені показники граничного стану олив різного призначення, які можна використати в експлуатації, як орієнтовні, оскільки ці показники в якійсь мірі узагальнюють досвід застосування олив у різних умовах.

У таблиці 6 подано значення бракувальних показників якості моторних олив, вживаних в дизелях тепловозів. Якщо хоча б один з вказаних в таблиці 6 показників досяг свого граничного значення (бракування), олива підлягає заміні на свіжу.

6 Поновлення властивостей відпрацьованої оливи

В процесі роботи якість мастильних олив погіршується: змінюється в'язкість, збільшуються кислотність, коксівність, підвищується вміст механічних домішок, води та ін. Процес зміни фізико-хімічних властивостей олив, що супроводжується зміною їх якості, називається старінням (див. розділ 4).

Олива, яка втратила в експлуатації необхідні властивості, називається такою, що відпрацьовала. Така олива вимагає заміни, оскільки подальше її застосування порушує нормальну роботу двигуна, збільшує тертя, підвищує знос деталей, викликає корозію металу і нагароутворення, а також забруднення фільтрів і усієї мастильної системи. Термін служби оливи залежить як від її первинної якості, так і від умов використання.

Поновлення первинних властивостей олив, що відпрацювали, з метою повторного їх використання називається *регенерацією*. Регенерація є одним з шляхів економії оливи.

Існуючі способи регенерації олив поділяють на фізичні, фізико-хімічний і хімічні. До найбільш поширених фізичних способів обробки олив належить: відстій, центрифугування, фільтрація, промивання водою, відгін палива.

Відстій заснований на принципі осадження часток, що знаходяться в оливі, під впливом їх власної маси. *Центрифугування* (аналогічно відстою) сприяє розшаруванню оливи - під впливом відцентрових сил найбільш важкі забруднюючі її домішки відтісняються до стінок посудини. Для зменшення осаду в центрифугу з оливою, що відпрацювала, подають воду, яка промиває оливу і відносить з собою частину забруднюючих домішок.

Фільтрація є процесом відділення часток, що знаходяться в оливі у зваженому стані, шляхом пропускання її через середовище (фільтрувальний папір, картон, повсть, сукно й ін.), що фільтрує.

Відгін палива від оливи заснований на різниці температур кипіння палива і оливи.

Під фізико-хімічними способами регенерації відпрацьованих олив розуміють таку обробку, при якій частково змінюється хімічний склад оливи.

Серед цієї групи способів найбільш поширені коагуляція і адсорбція.

Коагуляція – це процес зближення, злипання і укрупнення дрібних твердих частинок, рідких крапельок і газових бульбашок, що знаходяться в дисперсних системах, особливо в області колоїдної дисперсності. В результаті цього зменшується число частинок дисперсної фази і збільшується їх маса, що призводить до утворення пластівців, що випадають у вигляді осаду або спливають на поверхню дисперсного середовища. Речовини, що вводяться в оливу з вказаною метою, називаються коагуляторами. До числа найбільш поширених в практиці коагуляторів відносяться: кальцинована сода, рідке скло і деякі інші речовини.

Сорбція – це фізико-хімічний процес, при якому відбувається поглинання будь-яким тілом з навколишнього

середовища газів, парів або розчинених в ньому речовин. Розрізняють два види сорбції - абсорбцію і адсорбцію.

Абсорбція – це процес поглинання розчинених речовин всім обсягом поглиначача.

Адсорбція – це згущення або ущільнення продуктів старіння тільки на поверхні твердого тіла, що називається адсорбентом. Ефективність дії адсорбенту тим вище, чим сильніше розвинена його поверхня контакту з відпрацьованою оливою. Для цієї мети придатні речовини з тонкою пористою структурою. Найбільш поширеними в техніці адсорбентами вважаються відбілюючі землі, активоване вугілля силікагель (гідрат кремнієвої кислоти). У практиці регенерації використовується в основному спосіб адсорбції.

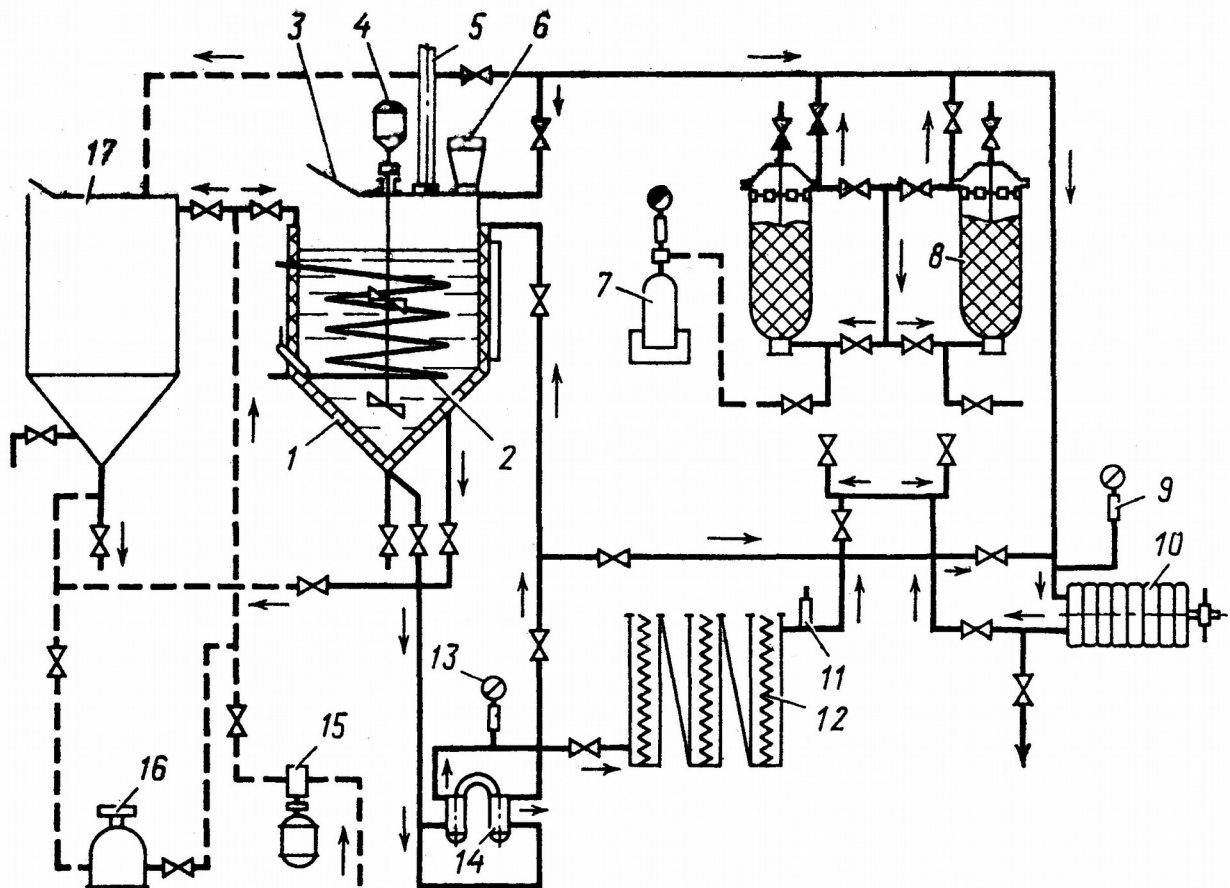
При хімічному способі олива обробляється кислотами і лугами, здатними входити в хімічний взаємозв'язок з продуктами старіння, що знаходяться у відпрацьованій оливі. Так, сірчана кислота вступає в хімічний зв'язок зі смолами і асфальтеном. В результаті утворюються очищена олива і осад, що називається кислим гудроном, який легко видаляється. Луг застосовують для видалення з оливи органічних кислот, сульфокислот, залишку вільної сірчаної кислоти і деяких інших сполук.

Для регенерації олив з присадками практично знаходять застосування комбіновані способи: фізичні, фізико-хімічні та хімічні, що забезпечує високоякісне очищення олив.

Регенерацію дизельних, авіаційних, автотракторних і компресорних олив, забруднених механічними домішками, водою, горючими і асфальтосмолистими речовинами, виконують на оливорегенераційних установках «Реготмас-250» (РМ-250) з продуктивністю 250-450 кг/год. Установа РМ-250 розрахована на регенерацію відпрацьованої оливи з присадками і без присадок.

Індустріальні і осьові оливи, зібрані з рухомого складу, в основному забруднені механічними домішками і водою. Їх регенерація може бути здійснена шляхом відстою як в спеціальній апаратурі, так і в ємностях з паровим або електричним обігрівом, а потім – подальшою фільтрацією оливи, що відстоялася. Відстій оливи ведуть при обов'язковому її підігріванні до температури 80-85 °С.

Регенерацію трансформаторних і турбінних оливи, що відпрацювали, виконують на установках «Реготмас 1000» (Р-1000) з поданням 1000 кг оливи за цикл (рисунок 4).



1 – мішалка; 2 – змійовик; 3 – кришка; 4 – електродвигун;
 5 – газовідвідна труба; 6 – бункер для відбілюючої землі;
 7 – балон з аміаком; 8 – адсорбер; 9 – манометр; 10 – фільтр-прес;
 11 – термометр; 12 – електропіч; 13 – манометр;
 14 – скальчастий насос; 15 – сировинний насос; 16 – сепаратор НСМ-3; 17 – приймач

Рисунок 4 – Оливорегенераційна установка Р-1000 («Реготмас 1000»)

Регенерація оливи тут робиться за допомогою адсорбентів, активованих газоподібним аміаком. Як адсорбент застосовують силікагель марки КСК. Тривалість циклу регенерації 1 т трансформаторної оливи 4,5-6,5 год, тривалість фільтрації цієї кількості оливи 3-3,5 год.

У сучасних трансформаторах регенерація оливи здійснюється усередині самих трансформаторів безперервним пропуском її через термосифонний фільтр, заповнений адсорбентом (силікагелем).

Олива в трансформаторі прогривається; більш нагріті шари піднімаються у верхню частину і здійснюється її природна безперервна циркуляція. Проходячи через бачок з адсорбентом (силікагелем), олива фільтрується і одночасно звільняється від води, кислот і смол.

6.1 Методи очистки моторних олив

Для регенерації відпрацьованих олив тепловозних дизелів доцільно використовувати поєднання фізичних, фізико-хімічних та комбінованих методів, що дає змогу регенерувати відпрацьовані оливи різних марок та з різним ступенем зниження показників якості.

У комплексі технологічних процесів необхідно дотримуватися такої послідовності методів: механічний – для видалення із оливи вільної води та твердих забруднень, теплофізичний – для випаровування палива та залишків води, а також фізично-хімічний – коагуляція, адсорбція. Застосовують одну з таких схем: відстой – обробка поверхнево-активними речовинами – відгін пального – обробка адсорбентом – фільтрація.

Якщо наведених вище методів недостатньо, можна використовувати хімічні методи регенерації олив (насичення присадками), що зв'язано із застосуванням більш складного, вартісного і дефіцитного обладнання та більшими енергозатратами, а це в умовах застосування регенераційних установок в локомотивному депо, як правило, економічно недоцільно.

6.2 Очистка оливи відстоюванням

Перед регенерацією олива повинна відстоятися. Для моторних олив достатньо 24-36 год. Хороший ефект дає відстоювання оливи у спеціальному баці, з прогрівом її до

температури 80 °С (більш високий нагрів не приводить до істотного зниження в'язкості). Швидкість і тривалість осадження (відстоювання) механічних домішок в оливі залежить від геометричної форми бака, тобто висоти оливного стовпа. Чим вищий стовп оливи, тим більше необхідно часу для осадження частинок. Виходячи з цього визначають найбільш корисне співвідношення між висотою H та поперечним перерізом (діаметром) D . Оптимальним є співвідношення $D/H=1,5-2,0$. При цьому переріз баку у робочому об'ємі повинен мати форму круга або піраміди (при квадратному перерізі робочої частини).

6.3 Очистка від механічних домішок

Очистка відпрацьованих олив повинна складатися з трьох основних етапів: коагуляція, груба очистка, тонка очистка.

Коагуляція повинна бути здійснена за допомогою спеціальних речовин – коагулянтів, до яких відносяться електроліти неорганічного походження, поверхнево-активні речовини (ПАР), що не мають електролітичних властивостей, колоїдні розчини та гідрофільні високомолекулярні сполуки. Як неорганічні електроліти використовуються сполуки натрію (кальцинована сода, тринатрійфосфат, метилсилікат натрію та ін.), що вводяться в оливу в кількості до 10 % за масою, а також концентрована сірчиста кислота у кількості 0,25-0,5 % за масою. Можуть бути також використані органічні електроліти: алкілбензол та алкілтолуолсульфонати.

Для грубої очистки оливи від коагулянтів доцільно використовувати блок фільтрів грубої очистки, які використовуються в тепловозних дизелях, наприклад Г41, мають пристрій для очистки фільтруючого елемента і використовуються для грубої очистки олив, які мають унаслідок окислення в'язкість більше 600 мм²/с. Фільтри забезпечують чистоту очистки 80 мкм та 160 мкм (у залежності від модифікації) при номінальних витратах оливи до 50 л/хв.

На третьому етапі можуть бути використані установки типу ПСМ-2, СОГ та інші, робочим органом яких є насос-центрифуга. Ці установки дозволяють після центрифугування затримувати

частинки забруднень з середнім розміром від 1 до 5 мкм, але тому що установка ПСМ-2 призначена для очистки трансформаторних олив (менш в'язких та менш забруднених механічними домішками), потрібна її модернізація для очистки моторної оливи.

6.4 Видалення води та палива

Вода та паливо, що залишилися у оливі після очистки, видаляються у два етапи: випаровуванням (вода та паливо) і адсорбуванням (вода).

На першому етапі доцільно використовувати випарювання відпрацьованих олив за допомогою нагрівання без тиску або з використанням вакуумування. При зневодненні та видаленні палива методом випаровування у резервуарах без тиску відпрацьовані оливи нагрівають до температури 70-80 °С.

Для підігрівання оливи можна використовувати трубчаті змієвикові та інші підігрівальні пристрої. Можуть бути також використані нагрівальні печі, випарники, що з'єднані з вакуум-насосом.

Такий метод відновлення властивостей олив хоч і призводить до позитивних результатів, але його застосування викликає значні енерговитрати для прогріву оливи та підтримки її температури.

На другому етапі залишки зв'язаної води доцільно виділяти за допомогою спеціального контейнера з сорбентами типів СА-1 та СА-2. Ці сорбенти дозволяють протягом 1-1,5 год видалити з відпрацьованої оливи до 0,5 % зв'язаної води за масою. Кількість сорбентів для їх ефективного застосування повинна складати близько 1 % від маси оливи. Але застосування сорбентів викликає сумнів, так як вони мають велику вартість та не підлягають, як правило, регенерації після використання. Тому видалення води та палива з відпрацьованих олив ефективніше виконувати за допомогою гідродинамічного диспергування.

6.5 Видалення продуктів старіння

Для видалення з відпрацьованих олив продуктів старіння можливе застосування адсорбційного методу.

Як адсорбенти можуть бути використані речовини природного походження (відбілюючі глини, боксити, цеоліти) та одержані штучним шляхом (силікагель, окис алюмінію, алюмосилікатні сполуки). Широке застосування таких адсорбентів зумовлене їх дешевизною та великими запасами.

Адсорбційна очистка оливи від продуктів окиснення (старіння) може здійснюватися контактним методом, при якому олива перемішується з адсорбентом. Найбільш перспективними засобами очистки оливи є перколяційний (олива протікає крізь адсорбент) та протитечії (олива і адсорбент рухаються назустріч одне одному). При використанні цих засобів адсорбент може бути поміщений у спеціальний контейнер, після проходження через який не потрібна додаткова фільтрація оливи від адсорбентів. Основними факторами, від яких залежить ефективність процесу, є температура і тривалість контактування. Звичайно температура підтримується у межах від 100 до 150 °С, що додатково сприяє видаленню з оливи залишків води та палива (якщо вони є в оливі). Але нагрів оливи до таких температур призводить до додаткового глибокого окиснення вуглеводів.

Можливо також використання селективної очистки відпрацьованої оливи за допомогою рідкого пропану, при якому вуглеводи оливи розчиняються у пропані, а асфальтосмолисті речовини, що знаходяться у оливі, випадають в осад. Процес здійснюється в екстракційній колоні, при цьому об'єм оливи у 5-8 разів менше об'єму пропану. У зв'язку з великим об'ємом пропану та необхідністю використання екстракційної колони більш перспективним є метод контактної очистки.

Унаслідок видалення продуктів старіння – асфальтосмолистих речовин – в'язкість оливи знижується і наближається до значення, що відповідає нормативній документації.

Значний інтерес являє застосування перегрітої пари з температурою від 250 до 350 °С, яка подається безпосередньо в зневоднену та розріджену оливу. У результаті цього перегонка проходить при низькій температурі самої оливи та інтенсивному перемішуванні, що виключає місцеве перегрівання оливи та викид з місткостей.

6.6 Комбіновані методи регенерації

Вибір комбінованого методу регенерації оливи визначається характером та ступенем старіння оливи та вимогами до якості регенерованої оливи. При виборі випереджальними чинниками є собівартість регенерації з урахуванням витрат енергоресурсів (електроенергії та теплоносіїв – пари) та охорона довкілля від забруднення як відпрацьованою оливою, так і відходами після регенерації.

Патентний пошук способів та приладів для регенерації олив показує, що в останні роки збільшився інтерес до вирішення цієї проблеми. Крім хімічної очистки пропонується застосування методів фізичної дії – застосування ультразвуку, магнітних полів, нових механічних приладів для відцентрової очистки з застосуванням саморозвантажувальних сепараторів та ін.

Велика кількість присадок ускладнює завдання регенерації моторних олив, так як після регенерації потрібно поновлювати пакет присадок.

Класичною схемою регенерації відпрацьованих олив є схема з використанням сірчаноокислотної очистки, при якій утворюється кислий гудрон, а проблема його утилізації не вирішена.

Таким чином, процес регенерації відпрацьованих олив нагадує звичайні процеси отримання свіжих олив, але ускладнюється великою кількістю механічних домішок, води, палива, присадок та продуктів їх старіння або розпаду. Значна потрібність кислоти H_2SO_4 , адсорбентів та необхідність утилізації кислих гудронів, відпрацьованих адсорбентів вимагають розробки нових технологій без застосування таких матеріалів.

Саме така технологія реалізована на Кременчуцькому нафтопереробному заводі на установці УРОМ.

Процесом передбачається попередня очистка оливи від механічних домішок і води у відповідному блоці, атмосферна перегонка для виділення паливних фракцій, вакуумна перегонка для розподілу на дві дистилятні фракції (350-420 °С, 420-500 °С і залишка більше 500 °С), гідроочистки дистилятів, деасфальтизація залишків пропаном і гідроочистка залишкового компонента. Слід при цьому зазначити, що внаслідок значного вмісту в моторних оливах механічних домішок процес піддається удосконаленню шляхом попередньої термообробки

відпрацьованої оливи. Проектна продуктивність установки УРОМ складає 25-28 м³/год (200 тис.т на рік).

Описані методи регенерації можливо використати тільки на переробних або спеціальних заводах, проте складно застосовувати в експлуатуючих організаціях. Це обумовлено складністю процесів регенерації: застосуванням великої кількості агресивних хімікатів (зокрема, кислот і лугів), вибухо- і вогнебезпечних установок і т. п. Тому для регенерації олив безпосередньо в експлуатуючих підприємствах необхідно розробити екологічні, безпечні, малоенергоємні і ефективні установки, що забезпечують якісну регенерацію олив в межах норм споживання одного або декількох підприємств.

6.7 Гідродинамічне диспергування олив

Найбільш перспективним методом очистки відходів відпрацьованих олив є гідродинамічне диспергування, яке дозволяє продукти старіння модифікувати замість складного процесу коагуляції. Крім того, при диспергуванні в результаті нагріву із оливи виводяться вода та паливо.

Цей метод може бути застосовано у локомотивних депо при регенерації моторних (дизельних) олив, які мають бракувальні параметри за окремими показниками.

Продукти окиснення оливи – асфальтени, карбени і карбоїди, знаходячись у високодисперсному стані і потрапляючи між поверхнями тертя, роблять буферний вплив. Висунута теорія знайшла останніми роками експериментальне підтвердження в роботах ряду учених, які відзначають, що частинки домішок неорганічного походження розміром 5 мкм і менш є мовби природною присадкою протизносу в оливах. При цьому більшість досліджень позитивну дію дрібних частинок на властивості олив пояснюють тим, що такі частинки мають розвинену питому поверхню та здатні адсорбувати на собі полярно-активні продукти окиснення оливи, які ізолюють, таким чином, абразивні механічні домішки від поверхонь тертя і попереджають зношування. Результати досліджень методом ядерного магнітного резонансу підтвердили наявність у дрібних частинок (5 мкм і менш) покриття з продуктів окиснення.

Штучне диспергування зменшує розміри частинок та підвищує їх кількість, що прискорює процес стабілізації (самоорганізації) вузла тертя і встановлення швидкості зношування на відносно нижчому рівні. В літературі з'явилися відомості про дослідження щодо штучного диспергування крупних частинок забруднень в оливі безпосередньо в процесі експлуатації машин. З цією метою створені спеціальні пристрої – диспергатори, що конструктивно відрізняються один від одного залежно від механізму дії їх на частинки забруднень.

За механізмом дії на частинки диспергування може бути здійснено двома способами: за рахунок ударних хвиль, що виникають при закритті кавітаційних порожнин, і за рахунок удару об перешкоду частинок, що рухаються разом з потоком оливи (гідродинамічні диспергатори).

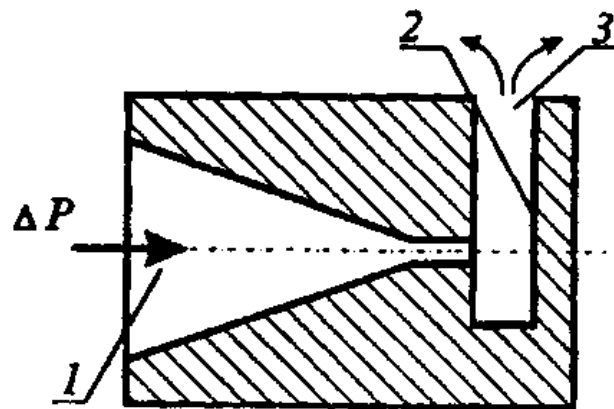
Найбільш доцільним є застосування в об'ємних гідроприводах і двигунах внутрішнього згоряння гідродинамічного диспергатора (ГД), який при порівняно простій конструкції і технологічності не викликає деструкції молекул вуглеводнів оливи, не вимагає підготовки і регулювання перед експлуатацією, ефективність його роботи при флуктуаціях тиску перед соплом не знижується. ГД енергетично економічний, не викликає труднощів при вбудованні, довговічність його вища, ніж ультразвукових і кавітуючих диспергаторів.

Диспергування частинок забруднень в гідродинамічному диспергаторі здійснюється за рахунок удару частинок об перешкоду при русі їх в потоці оливи.

На рисунку 5 подано принципову схему ГД. Олива з частинками під тиском надходить в конічне сопло 1, розганяється до великої швидкості і ударяється об перешкоду 2. В результаті удару частинки диспергуються, після чого олива через проріз 3 надходить в систему. Наявність ГД не виключає застосування традиційних оливоочисних пристроїв.

Олива при гідродинамічному диспергуванні нагрівається до досить значних температур: від 95 °С (при $P=0,3$ МПа) до 117 °С ($P=0,7$ МПа). В результаті такого нагріву із оливи виводяться вода і паливо, які забруднили її під час експлуатації двигуна. Підтвердженням цього є результати досліджень. При цьому пробна обробка оливи при високому тиску перед ГД приводить

до відновлення кінематичної в'язкості і температури спалаху практично до рівня свіжої оливи, проте при різній кількості циклів обробки. Для забезпечення ефективного диспергування частинок забруднень, механіко-хімічної активації оливи, а також видалення з них води і палива слід вважати, що оптимальним режимом обробки оливи за допомогою ГД є тиск 0,5 МПа при числі циклів $N = 50$ та температури на рівні 130-135 °С, що значно нижче температури спалаху оливи.



1 – сопло; 2 – перешкода; 3 – проріз

Рисунок 5 – Принципова схема ГД

Огляд розроблених методів та устаткування для централізованої регенерації дизельних оливи в системі залізничного транспорту показав, що регенерації приділяється увага, але на державному рівні рішень немає. На даний час фактично відсутні діючі установки, а залізничний транспорт застосовує нові (свіжі) оливи для тепловозних дизелів. При централізованому способі регенерації оливи на промислових установках (як на ст. Оленівка Донецької залізниці) дублюють методи промислового виготовлення оливи, які енергоємні і вимагають значних витрат на хімічні реактиви та присадки, на утилізацію відходів, а вартість очищеної оливи досягає вартості нової (свіжої) оливи. Тому їхня робота нерентабельна.

Для регенерації оливи в локомотивних депо потрібно розробити екологічні, безпечні, малоенергоємні та ефективні установки. При цьому переробку (регенерацію) треба виконувати

тільки тим оливам, які забраковані за окремими параметрами, не виробили свій ресурс (за кількістю присадок). Оливи, які злиті за терміном роботи (100 тис. км пробігу вантажних тепловозів), треба збирати і відправляти на промислову переробку.

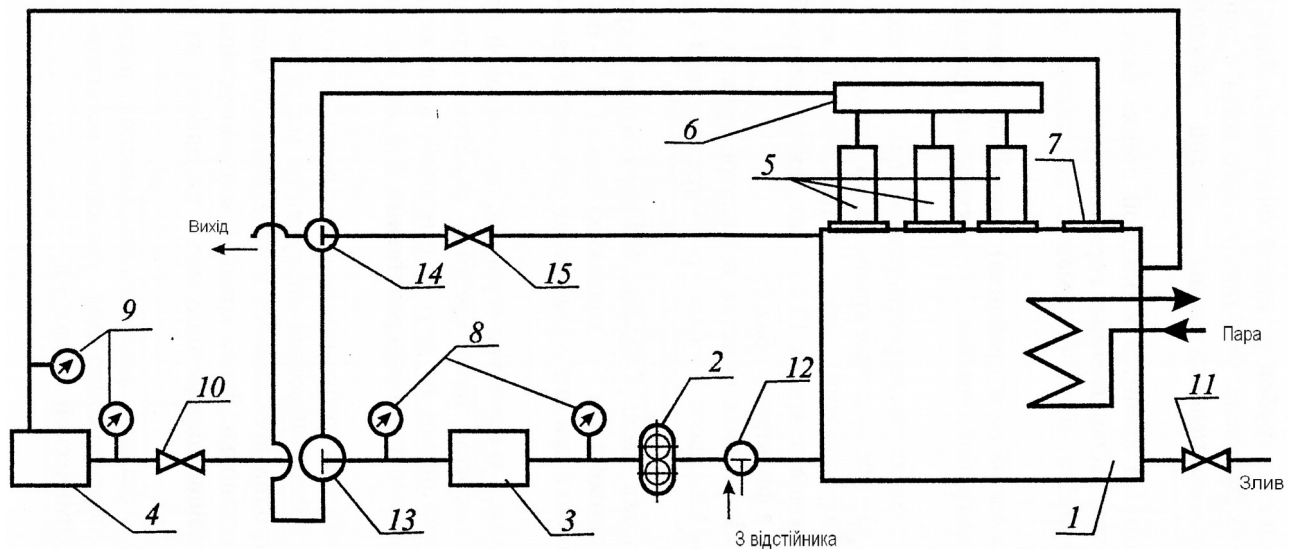
Інструкція із застосування мастильних матеріалів на локомотивах і моторвагонному рухомому складі рекомендує відновлювати властивості зливої на планових поточних ремонтах за терміном служби моторної оливи (фізико-хімічні параметри якої не досягли бракувальних значень) шляхом посвітління й освіження, але такі установки відсутні у багатьох депо.

6.8 Установки для регенерації дизельної оливи в умовах депо

У деяких локомотивних депо – Ташкент колишньої Середньоазіатської залізниці (Республіка Узбекистан), Гребінка (Південної залізниці) та ін. – були виготовлені установки для регенерації оливи власними силами. Всі вони мали ті чи інші недоліки й тому використання їх призупинилося.

На основі результатів лабораторних досліджень, патентних та літературних оглядів на кафедрі ЕРРС УкрДУЗТ розроблена схема установки УРМ-1 (рисунок 6), яка призначена для регенерації оливи, забрудненої продуктами термічного розкладу, що приводить до завищення в'язкості (загущення оливи) за схемою: відстоювання - фільтрація. Однією з модифікацій цієї установки може бути така схема: відстоювання – обробка ПАР або адсорбентами-фільтрація.

Робочий об'єм бака – 1,75 м³ (одночасна регенерація приблизно 1,5 т оливи) з підігріванням оливи до 80 °С парою із магістралі депо через вбудований змієвик. Блок гідродинамічних диспергаторів 7 застосовується для обробки оливи після завершення операцій з очистки від механічних домішок й води та розташовується нижче верхнього рівня оливи у баці. Таким чином оливи підлягають механіко-хімічній модифікації.

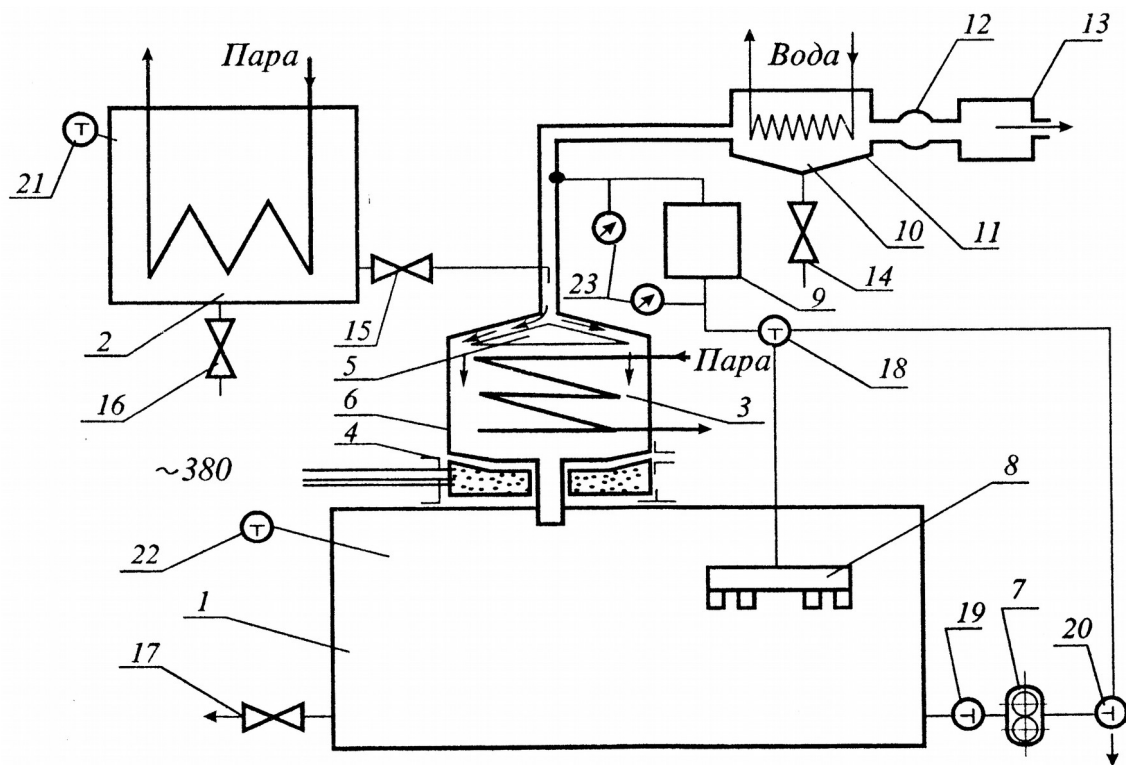


1 – бак робочий; 2 – насос; 3 – фільтр грубої очистки оливи;
 4 – фільтр тонкої очистки оливи (ФТО); 5 – фільтри відцентрові (ФВ); 6 – колектор (ВФ); 7 – колектор блока гідродинамічних диспергаторів; 8, 9 – манометри; 10, 11, 15 – вентилі; 12, 13, 14 – кран триходовий

Рисунок 6 – Схема принципова установки для регенерації оливи УРМ -1

Установка з регенерації розріджених та обводнених олив показана на рисунку 7. Була обрана комбінована система: 1-й ступінь нагрівання парою від деповської котельні (температура гострої пари 120...130 °С) у трубчатому нагрівнику (змійовику) при подачі оливи самопливом. При цьому повинна забезпечуватися температура оливи на виході 100...110 °С, що призведе до випаровування води та початку відгонки палива. На 2-му ступені нагрівання передбачена установка електронагрівника тарілчастого типу зі зливом у центральній частині. Температура оливи тут повинна піднятися до 130 °С та підтримуватися автоматично (у залежності від витрат і температури оливи після трубчатого нагрівника).

При витратах оливи 1,5 м³/год з початковою температурою 105 °С для підвищення температури оливи до розрахункової ($t_p = 130-135$ °С) необхідно забезпечити потужність електронагрівника 2-го ступеня рівну $P_n = 30$ кВт.



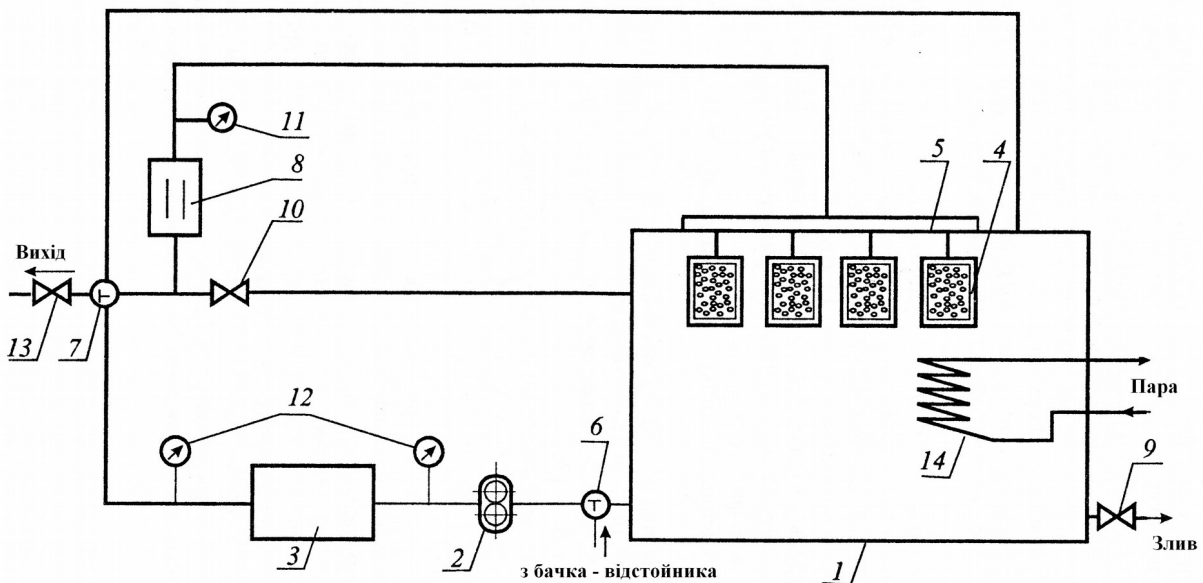
1 – бак робочий; 2 – відстійник; 3 – парозмійовик; 4 – нагрівач-випарювач; 5 – конус випарювача; 6 – кожух випарювача; 7 – насос; 8 – блок ГД; 9 – ФГО; 10 – холодильник; 11 – змійовик водяний; 12 – вентилятор; 13 – фільтр повітряний; 14, 15, 16, 17 – вентиля; 18, 19, 20 – крани триходові; 21, 22 – термометри; 23 – манометри

Рисунок 7 – Принципова схема установки УРМ-2

Одержані експериментальні дані лабораторних досліджень дозволили визначити найбільш ефективні режими регенерації забракованої моторної оливи тепловозних дизелів через підвищену в'язкість (оптичну густину), розробити принципову схему установки для регенерації оливи УРМ-3 (рисунок 8).

Установка УРМ-3 складається з робочого бака ємністю 1,75 м³ з вбудованим паровим нагрівником (змійовиком), оливного насоса з пультом управління, фільтра грубої очистки оливи, контрольно-виміральної апаратури, системи трубопроводів і арматури, хімічного фільтра. Хімічний фільтр повинен являти собою блок із чотирьох елементів з підведенням оливи від загального колектора і вільним зливом очищеної оливи в робочий бак. Кожний елемент повинен мати робочий барабан для сорбенту об'ємом 0,03 м³, при розмірі частинок сорбенту від

0,3 до 2,5 мм. Конструкція фільтра повинна забезпечувати захист оливи від можливого попадання частинок сорбенту.

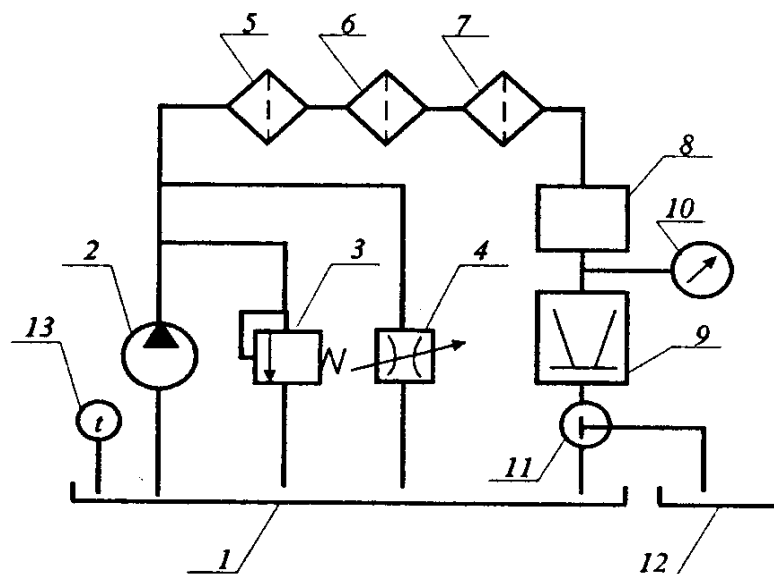


1 – бак робочий; 2 – насос; 3 – ФГО; 4 – фільтр хімічний; 5 – колектор; 6, 7 – крани триходові; 8 – клапан перепускний; 9, 10, 13 – вентилі; 11, 12 – манометри; 14 – нагрівач

Рисунок 8 – Принципова схема оливо regeneraційної установки УРМ-3

Розроблені установки регенерації властивостей дизельних олив УРМ-1, УРМ-2, УРМ-3 передбачають повний цикл регенерації - відстоювання - сепарація - видалення механічних домішок та продуктів окиснення - видалення води та дизельного палива - модифікація (активація) оливи диспергуванням. Але установки УРМ-1, УРМ-2 споживають значну кількість електроенергії - на електропривід насосів, підігрів оливи електронагрівачем потужністю 30 кВт/год та ін. З метою зменшення енерговитрат пропонується комбінована установка регенерації УРМ-4, яка поєднує технології установок УРМ-1, УРМ-2, УРМ-3.

Принципову схему установки УРМ-4, призначеної для регенерації олив з метою видалення з них продуктів окиснення, механічних домішок, води і палива, подано на рисунку 9.



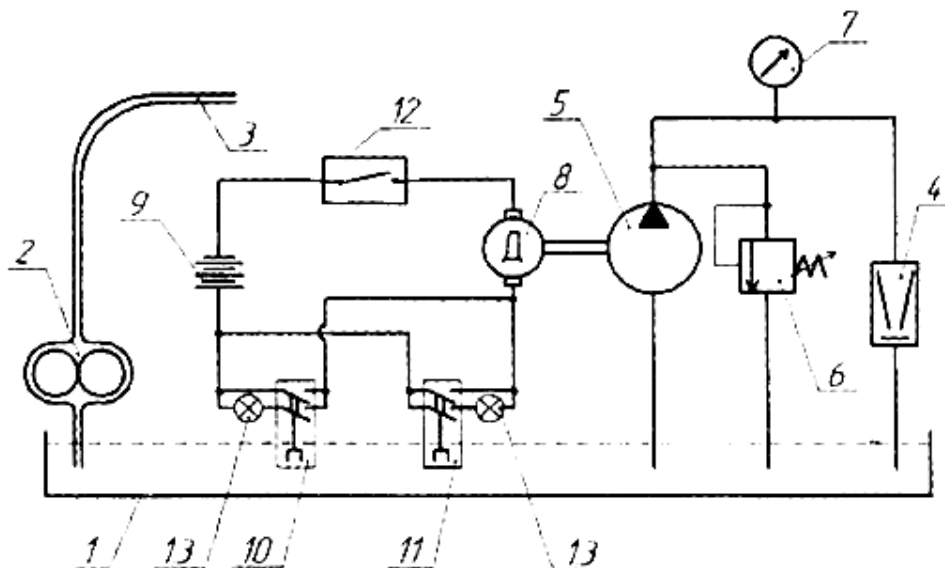
1 – бак з відпрацьованою оливою; 2 – насос; 3 – запобіжний клапан; 4 – регульований дросель; 5 – фільтр грубої очистки; 6 – паперовий фільтр тонкої очистки; 7 – відцентровий фільтр; 8 – блок з адсорбентами; 9 – блок з ГД; 10 – манометр; 11 – двоходовий кран; 12 – ємність для регенованої оливи; 13 – термометр

Рисунок 9 – Принципова гідравлічна схема оливорегенераційної установки УРМ-4

Наведені установки (УРМ-3, УРМ-4) - менш енергоємні, але потребують застосування вартісних хімічних адсорбентів, відновлення їх властивостей та утилізації. Можна передбачити, що для регенерації оливи в масштабах декількох депо або служби локомотивного господарства (при регенерації відпрацьованих оливи, що будуть збиратися з усіх депо залізниці) застосування даних установок може бути економічно доцільним.

Для видалення з оливи води, частково дизельного палива, а також її модифікації ефективним буде обладнання тепловозних дизелів засобами регенерації оливи. Взаємодія таких засобів зі штатними засобами очистки оливи (фільтри грубої, тонкої очистки та центрифуги) значно підвищити якість оливи та безпосередньо на тепловозі почнеться регенерація без накопичення води та палива (рисунок 9).

Система змащення тепловозного дизеля з автономною гідростанцією дозволяє виконувати диспергування під час роботи дизеля (рисунок 10). Додатковий оливний насос 5 забезпечує тиск оливи у 0,5...0,8 МПа і подає її до вбудованого гідродинамічного диспергатора 4. Після обробки в диспергаторі олива зливається до картера дизеля 1. Система має три датчики, які реагують на зміну ступеня насиченості моторної оливи водою - 10, зміну оптичної густини - 11 (тобто накопичення в оливі механічних домішок) та датчик температури оливи 12. Всі датчики вмонтовані в систему живлення додаткового насоса, паралельно один відносно одного, що забезпечує незалежний контроль одночасно двох показників якості (наявність води та забруднень) й температури оливи. При відсутності бракувальних параметрів система диспергування не працює, що дозволяє зменшити витрати енергії двигуном додаткового насоса.



1 – картер дизеля; 2 – насос дизеля; 3 – оливна магістраль дизеля; 4 – ГД; 5 – додатковий оливний насос; 6 – запобіжний клапан; 7 – манометр; 8 – електродвигун додаткового оливного насоса; 9 – енергосистема тепловоза; 10, 11, 12 – датчики; 13 – сигнальні лампи

Рисунок 10 – Система змащення дизеля з ГД

Якісне диспергування буде тоді, коли температура картерної оливи досягне 40-45 °С і датчик температури 12 підключить

електродвигун додаткового насоса до бортового джерела енергії з подальшим контролем якості оливи датчиками 10 та 11. Це також дозволяє зменшити витрати енергії, а відповідно й палива дизелем шляхом виключення вірогідності диспергування оливи при низькій температурі, тобто при високій в'язкості оливи.

Система, яка працює подібним чином, може бути пересувною і підключатися до картера дизеля, наприклад, під час виконання ТО-3, ПР-1, а електродвигун додаткового насоса буде підключено до деповської енергосистеми.

Питання для підготовки до модульного контролю

- 1 Які переваги синтетичних олив перед мінеральними oliвами?
- 2 Назвіть основні операції при отриманні синтетичних олив.
- 3 Як отримують напівсинтетичні базові оливи?
- 4 Назвіть методи випробування олив. Чому, на Вашу думку, вчені застосовують різні методи випробування олив?
- 5 Назвіть основні сучасні закордонні стандарти на моторну оливу.
- 6 За якою ознакою класифікуються всі моторні оливи за стандартом SAE?
- 7 Яким чином позначаються групи олив за стандартом SAE?
- 8 За якою ознакою класифікуються всі моторні оливи згідно зі стандартом API?
- 9 На які групи поділяються всі моторні оливи за стандартом API?
- 10 За якою ознакою класифікуються всі моторні оливи згідно зі стандартом ACEA?
- 11 На які групи поділяє всі моторні оливи сучасна редакція стандарту ACEA?
- 12 Що означає і як позначається категорія моторної оливи за стандартом ACEA?

13 Назвіть основні фізико-хімічні показники якості олив. Які основні властивості олив характеризує кожен з цих показників?

14 Які процеси приводять до погіршення якості моторних олив під час експлуатації?

15 Які негативні наслідки має експлуатація олив із надмірним вмістом механічних домішок?

16 Які наслідки має накопичення у моторних оливах води?

17 На що впливають мастильні властивості олив?

18 Охарактеризуйте корозійну активність і мийні властивості моторних олив.

19 Як визначається диспергуюча здатність моторної оливи?

20 Як діє система контролю якості моторних олив під час експлуатації локомотивів?

21 Які бракувальні показники моторних олив Вам відомі?

22 За якими показниками бракуються моторні оливи тепловозів?

23 Яка періодичність відбору проб моторної оливи для проведення аналізу?

24 Як визначається забрудненість моторної оливи?

25 Назвіть методи та обладнання для визначення бракувальних показників моторних олив.

26 Зміна якого показника свідчить про попадання в моторну оливу палива?

27 Яка допустима мінімальна в'язкість моторної оливи М14В₂?

28 Яка допустима максимальна в'язкість моторної оливи М14Г₂ЦС?

29 Що характеризує зменшення лужного числа моторної оливи?

30 Що характеризує зменшення водневого показника моторної оливи?

31 Яка допустима температура спалаху моторної оливи М14Г₂?

32 Яка допустима забрудненість моторної оливи дизелів тепловозів 2ТЕ116?

33 Яка допустима забрудненість моторної оливи дизелів тепловозів М62?

- 34 Який допустимий вміст води у моторній оливі M14B₂?
- 35 Вкажіть допустимі значення диспергувальної здатності моторної оливи тепловозів.
- 36 Назвіть методи та засоби регенерації олив.
- 37 Назвіть методи видалення з моторної оливи продуктів зносу.
- 38 Назвіть методи видалення з моторної оливи дизельного палива та води.
- 39 Назвіть методи видалення з моторної оливи механічних домішок.
- 40 Для чого призначений спектральний аналіз моторних олив?
- 41 Технічний стан яких вузлів прогнозують за концентрацією заліза у моторній оливі?
- 42 Технічний стан яких вузлів прогнозують за концентрацією свинцю у моторній оливі?
- 43 Технічний стан яких вузлів прогнозують за концентрацією міді у моторній оливі?

Список літератури

1 Бойченко, С. В. Хімотологія [Текст] : навч. посібник / С. В. Бойченко. – К. : Книжкове видавництво НАУ, 2006. – 160 с.

2 Стуканов, В. А. Автомобильные эксплуатационные материалы [Текст] : учеб. пособие. Лабораторный практикум / В. А. Стуканов. – М. : ИД «Форум»: ИНФРА-М, 2006. – 208 с.

3 Автомобильные эксплуатационные материалы зарубежного производства [Электронный ресурс]. - Режим доступа http://vtk34.narod.ru/shevireva_avtmatzarub/index.htm. - (дата обращения 15.03.2017).

4 Кравець, А. М. Визначення якості олив [Текст] : методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Основи трибології і хімотології» для студ. спец. «Підйомно-транспортні, буд., дор., меліор. машин і обладн.» усіх форм навчання / А. М. Кравець. – Харків : УкрДАЗТ, 2009. – 38 с.

5 Руднев, В. К. Эксплуатационные материалы для строительных и дорожных машин [Текст] : учеб. пособие / В. К. Руднев, Е. С. Венцель, В. Н. Лысиков. – К. : ИСИО, 1993. – 236 с.

6 Матвиевский Р. М. Смазочные материалы: антифрикционные и противоизносные средства. Методы испытаний [Текст] : справочник / Р. М. Матвиевский, В. Л. Лашхи, И .А. Буяновский. – М. : Машиностроение, 1989. – 224 с.

7 Аржанухин, Г. В. Эксплуатационные материалы: топливо, смазочные материалы и технические жидкости [Текст] : учеб. пособие / Г. В. Аржанухин. – М. : МГИУ, 2006. – 83 с.

8 Анисимов, И. Г. Топливо, смазочные материалы, технические жидкости ассортимент и применение [Текст] : справочник / И. Г. Анисимов, К. М. Бадыштова, С. А. Бнатов; под ред. В. М. Школьников. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ИП «Техинформ», 1999. – 596 с.

9 Розробка технологічних процесів та оснастки для регенерації дизельних мастил в умовах депо [Текст]: звіт про НДР № ГР01930014274 / С. Г. Жалкін, Е. С. Венцель, Д. С. Жалкін. – Харків : ХарДАЗТ, 1994. – 108 с.

10 Венцель, Е. С. Механизм улучшения противоизносных свойств масел при гидродинамическом диспергировании [Текст] / Е. С. Венцель // Трение и износ. – 1992. – № 5. – Т. 13. – С. 905-910.

11 Жалкін, С. Г. Про причини локального нагріву масла при його гідродинамічному диспергуванні [Текст]: зб. наук. праць / С. Г. Жалкін, С. Ю. Корепанов. – Харків: ХарДАЗТ, 2000. – Вип. 42. – С. 40-43.

12 МПК F01M 1/00, F01M 9/00. Система змащення двигуна внутрішнього згоряння [Текст]: пат. на корисну модель / С. Г. Жалкін, Д. С. Жалкін, С. О. Півень.; заявник і патентовласник Український державний університет залізничного транспорту. – № u201611673, заявл. 18.11.2016, Опубл. 25.04.2017, Бюл. № 8. – 4 с.

