

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій  
Кафедра хімії і хімічної технології

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач випускової кафедри

\_\_\_\_\_ Антоніна КУСТОВСЬКА

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 р.

## **КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА** **(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)**

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТР

за спеціальністю: 161 «Хімічні технології та інженерія»,

освітньо-професійної програми "Хімічні технології палива та вуглецевих  
матеріалів"

**Тема: «Комбіновані методи відновлення якості відпрацьованих олив»**

Виконавець: студент ХП-202М Дзюбчук В. В. \_\_\_\_\_

Керівник: доц., к.х.н. Косенко О. І. \_\_\_\_\_

Консультант розділу «Охорона праці»: \_\_\_\_\_ Халмурадов Б.Д.

Консультант розділу «Охорона навколишнього

середовища»: \_\_\_\_\_ к.б.н. доц., Падун А.О.

Нормоконтролер: \_\_\_\_\_ к. х. н. доц Максимюк М. Р.

КИЇВ 2022

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій  
Кафедра хімії і хімічної технології  
Спеціальність: 161 «Хімічні технології та інженерія»  
ОПП «Хімічні технології палива та вуглецевих матеріалів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Антоніна КУСТОВСЬКА

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 р.

## **ЗАВДАННЯ**

### **на виконання кваліфікаційної роботи**

Дзюбчука Володимира Валентиновича

1. Тема дипломної роботи: «Комбіновані методи відновлення якості відпрацьованих олив» затверджена Наказом ректора від 22.08.2022 року № 1103/ст.
2. Термін виконання роботи: з 26.09.2022 по 30.11.2022 р.
3. Вихідні дані до роботи: відпрацьовані оливи, методи регенерації олив.
4. Зміст пояснювальної записки: Вступ. Розділ 1. Загальна характеристика олив. Розділ 2. Методи очищення відпрацьованих моторних олив. Розділ 3. Комбіновані методи регенерації відпрацьованих олив. Розділ 4. Охорона навколишнього середовища. Розділ 5. Охорона праці. Висновки. Список бібліографічних посилань використаних джерел.

## 6. Календарний план – графік

№ п/п.	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1.	Одержання теми. Пошук та аналіз літератури за темою дипломної роботи.	26.09.2022- 25.09.2022р.	
2.	Опрацювання літературних джерел за комбінованими методами відновлення якості відпрацьованих олив.	26.09.2022- 14.10.2022р.	
3.	Написання розділу 2 «Методи очищення відпрацьованих моторних олив»	15.10.2022- 30.10.2022р.	
4.	Написання розділу 3 «Комбіновані методи регенерації відпрацьованих олив»	01.11.2022- 04.11.2022р.	
5.	Проведення аналізу охорони навколишнього середовища та охорони праці.	05.11.2022- 14.11.2022р.	
6.	Узагальнення матеріалу, оформлення дипломної роботи, підготовка доповіді та презентації.	15.11.22- 20.11.2022.	
7.	Захист дипломної роботи	24.11.2022	

## 7. Консультанти з окремих розділів

Розділ	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона навколишнього середовища	к.б.н. доц., Падун А.О.		
Охорона праці	к.м.н., доц. Халмурадов Б.Д.		

Дата видачі завдання: «26» вересня 2022 р.

Керівник дипломної роботи: \_\_\_\_\_ к.х.н. доц., Косенко О.І.

Завдання прийняв до виконання: \_\_\_\_\_ Дзюбчук В. В.

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи: «Комбіновані методи відновлення якості відпрацьованих олив» : сторінок 92, рисунків 6, таблиць 13, 60 використаних джерел бібліографічних посилань .

**Мета дипломної роботи:** дослідити можливість комбінації різних методів для регенерації відпрацьованих олив

**Об'єкт дослідження:** регенерація відпрацьованих олив

**Предмет дослідження:** комбіновані методи регенерації відпрацьованих олив

В роботі розглядається питання відновлення якості відпрацьованих олив, що є важливим з економічної точки зору і актуальним для вирішення екологічних проблем, які викликаються зростаючими об'ємами відходів використаних олив.

РЕГЕНЕРАЦІЯ, КОМБІНОВАНІ МЕТОДИ, ФІЗИКО-ХІМІЧНЕ ВІДНОВЛЕННЯ, ВІДПРАЦЬОВАНА ОЛИВА, ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ.

## ЗМІСТ

ЗМІСТ .....	5
ВСТУП .....	7
РОЗДІЛ 1 .....	9
ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОЛИВ .....	9
1.1. Вимоги до моторних олив.....	9
1.2. Класифікація базових олив .....	12
1.2.1 Класифікація по SAE J300 .....	14
1.2.2. Класифікація по API.....	17
1.2.3. Класифікація моторних олив за АСА .....	21
1.2.4. Класифікація за ILSAC.....	27
1.3. Екологічні проблеми з утворенням ВО .....	30
1.4 Причини зміни якісних властивостей олив .....	34
1.4.1 Забруднення оливи домішками .....	34
1.4.2. Термічне розкладання .....	35
1.4.3. Окислення.....	35
1.4.4. Розрідження оливи пальним .....	35
1.5 Висновки до Розділу 1 .....	36
РОЗДІЛ 2 .....	37
МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ ВІДПРАЦЬОВАНИХ МОТОРНИХ ОЛИВ .....	37
2.1 Сутність основних методів регенерації.....	37
2.2. Фізичні методи регенерації ВО .....	39
2.2.1 Відстоювання .....	39
2.2.2 Сепарація .....	42
2.2.3 Фільтрація.....	43

2.3 Фізико-хімічні методи (коагуляція та адсорбція) .....	46
2.4 Хімічні методи (сірчаноокислотне та лужне очищення).....	48
2.5 Висновки до Розділу 2.....	49
РОЗДІЛ 3 .....	51
КОМБІНОВАНІ МЕТОДИ РЕГЕНЕРАЦІЇ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ОЛИВ.....	51
3.1. Основі схеми регенерації відпрацьованих олив .....	51
3.2 Запропоновані варіанти регенерації ВО .....	52
3.3 Висновки до Розділу 3 .....	64
РОЗДІЛ 4 .....	66
“ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА” .....	66
4.1 Забруднення навколишнього середовища відпрацьованими оливами	66
4.2. Методи утилізації ВМО .....	69
4.3 Висновки до Розділу 4.....	72
РОЗДІЛ 5 .....	73
ОХОРОНА ПРАЦІ .....	73
5.1 Вступ .....	73
5.2. Розробка заходів з охорони праці. Виробниче освітлення.....	78
5.3. Пожежна безпека .....	79
5.4. Розрахункова частина.....	80
5.5. Висновки до Розділу 5.....	84
ВИСНОВКИ.....	85
СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	86

## ВСТУП

**Актуальність теми:** В сучасному світі спостерігається стійка тенденція до розвитку різних видів транспорту, негативним наслідком чого є зростаюче навантаження на довкілля не тільки в результаті викидів в атмосферу шкідливих речовин - продуктів згорання палива, а й також накопичення відпрацьованих оливо.

Двигуни і механізми будь-якого транспортного засобу потребують використання різноманітних оливо, що покращують роботу механізмів, зменшують тертя, корозійну здатність металів та ін. Однак в процесі експлуатації оливи поступово втрачають свою якість і потребують заміни, а відпрацьовані оливи (ВО) можуть створювати серйозні екологічні проблеми. Це пов'язано з тим, що у відпрацьованих оливах містяться токсичні хімічні сполуки, смолисто-асфальтенові речовини, важкі метали, які утворюються в процесі окиснення і деструкції вуглеводнів оливо і присадок в умовах експлуатації механізмів.

Особливо ця проблема актуальна для моторних оливо, обсяг використання яких складає більше 70 % всіх оливо в цілому, і які експлуатуються при високих температурах. Це стосується і авіації, яка широко використовує оливи для турбореактивних, турбогвинтових, поршневих двигунів, а також оливо для гвинтокрилів.

Відпрацьовані оливи відносяться до категорії небезпечних відходів, вони не розчиняються, є хімічно стійкими, мають велику адгезію до ґрунтів і дуже низьку біорозкладність, тому їх не можна зливати в воду або на землю, вони підлягають обов'язковому збору і утилізації або вторинній переробці (регенерації).

Інша сторона питання поводження з відпрацьованими оливами – економічна. Відомо, що з 1 т нафти можна одержати 250-300 кг оливи, а з 1 т відпрацьованої оливи – 700–850 кг регенованої, яка може слугувати базовим компонентом для виробництва товарних оливо. При цьому

собівартість виробництва таких олив на 40–70 % нижча, ніж собівартість виробництва свіжих олив з сирої нафти [10].

Можливими шляхами утилізації відпрацьованих олив є їх спалювання (використання в якості котельного палива) або скидання у відвали, що, як вже було показано, наносить не виправну шкоду для екології довкілля. Тому в наш час перспективним шляхом поводження з відпрацьованими олівами є їх регенерація - відновлення їх експлуатаційних характеристик з наступним використанням в якості базових олив.

В розвинутих країнах світу регенерація ВО складає до 70 – 75 %, в Україні - тільки порядку 25 – 30 %. Тому дуже актуальним на сьогоднішній день є розробка і впровадження ефективних технологій регенерації ВО [12,13].

**Мета:** дослідити можливість комбінації різних методів для регенерації відпрацьованих олив

**Об’єкт дослідження:** регенерація відпрацьованих олив

**Предмет дослідження:** комбіновані методи регенерації відпрацьованих олив

**Методи дослідження:** теоретичний, аналіз наукової літератури, систематизація та порівняння; узагальнення науково-теоретичних і дослідних даних; системний підхід.

**Наукова новизна отриманих результатів:** запропоновано використовувати комбінований метод очищення відпрацьованої оливи від продуктів старіння.

**Практичне значення отриманих результатів:** результати роботи можуть бути використанні для більш ефективного підбору комбінованих методів відновлення якості відпрацьованої оливи.

**Особистий внесок випускника:** полягає в аналізі наукової літератури, обробці та узагальненні одержаних результатів, формулюванні основних теоретичних положень і висновків по дипломній роботі.



## РОЗДІЛ 1

### ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОЛИВ

#### 1.1. Вимоги до моторних олив

Моторна олива є одним з важливих елементів конструкції двигуна і може тривало і надійно виконувати свої функції, забезпечуючи задані характеристики сполучень, тільки за певної відповідності його властивостей тим термічним, механічним та хімічним впливам, яким воно піддається в масляній системі двигуна та на поверхнях тертя працюючих деталей. Всі сучасні оливи складаються з базових олив і, що покращують їх експлуатаційні властивості, присадок. За температурними межами працездатності вони поділяються на літні, зимові та всесезонні.

Моторні оливи повинні відповідати багатьом вимогам, основними з яких є [1]:

- високі миючі, диспергуючі – стабілізуючі здібності, що забезпечують чистоту деталей двигуна;
- високі термічна та термоокислювальна стабільності, що дозволяють підвищити граничну допустиму температуру нагріву оливи в двигуні та збільшити термін його заміни;
- достатні протизносні властивості, що забезпечуються міцністю масляної плівки при високій температурі та градієнті швидкості зсуву, здатністю модифікувати поверхні тертя при граничному мастиллі та нейтралізувати кислоти, що утворюються при окисненні оливи та згорянні палива;
- відсутність корозійного впливу на матеріали деталей двигуна;
- стійкість до старіння, здатність протистояти зовнішнім впливам з мінімальним погіршенням властивостей;

- пологість в'язкісно – температурної характеристики, забезпечення холодного пуску, прокачування при холодному пуску та надійного змащування в екстремальних умовах;

- сумісність із матеріалами ущільнень, сумісність із каталізаторами системи нейтралізації відпрацьованих газів;

- висока стабільність при транспортуванні та зберіганні;

- мала спінюваність при високій та низькій температурах;

- мала леткість, низька витрата на чад.

Миючо-диспергуючі властивості характеризують здатність оливи забезпечувати необхідну чистоту деталей двигуна за рахунок підтримки продуктів окислення та забруднення у зваженому стані. Поліпшення цих властивостей дозволяє збільшити кількість нерозчинних речовин, які утримуються в оливі без випадання їх у осад, що знижує лако- та нагароутворення на гарячих деталях та підвищує допустиму робочу температуру двигуна (ступінь форсування).

Антиокислювальні властивості олив визначаються їхньою стійкістю до старіння. Окислення олив викликає зростання в'язкості та корозійності, підвищує інтенсивність процесу утворення відкладень, що забруднюють масляні фільтри і погіршують подачу оливи до вузлів тертя. Моторні оливи працюють у найбільш жорстких умовах порівняно з іншими мастилами, тому для уповільнення інтенсивності процесу окислення необхідне відповідне очищення базової основи, використання синтетичних базових компонентів, застосування ефективних антиокислювальних присадок та конструктивні покращення двигуна, спрямовані на забезпечення більш ефективного охолодження оливи у процесі експлуатації[2].

Протизносні властивості моторних олив залежать від базової основи, складу композиції присадок і в'язкісно-температурної характеристики оливи присадками, яка є визначальною під час вибору температурних меж його застосування. Важливими показниками для оливи є: в'язкість при

температурі 130-180°C, залежність в'язкості від тиску, властивості граничних шарів та здатність хімічно модифікувати поверхні тертя.

Важливою характеристикою моторних олів є їх здатність запобігати корозійному зносу поршневих кілець і циліндрів при використанні палив із високим вмістом сірки, показником чого у нормативній документації є лужне число. Антикорозійні властивості моторних олів залежать від базової основи, концентрації та ефективності антикорозійних, антиокислювальних присадок та деактиваторів металів. У процесі експлуатації корозійність моторних олів зростає за рахунок утворення окислених органічних кислот, що взаємодіють із матеріалами деталей двигуна[3]. Антикорозійні присадки створюють на поверхнях тертя захисні плівки, антиокислювачі перешкоджають появі агресивних кислот. Введені в оливи присадки-деактиватори для утворення хелатних сполук з міддю оберігають поверхні від корозійного руйнування.

В'язкісно-температурні властивості моторних олів визначають температурним діапазоном навколишнього середовища, при якому дане олива забезпечує пуск двигуна без попереднього прогріву, прокачування насосами по масляній системі, надійне змащування та охолодження деталей двигуна за допустимих навантажень і температур. Характеристиками в'язкісно-температурних властивостей служать кінематична в'язкість, динамічна в'язкість та індекс в'язкості, що розраховується за значеннями кінематичної в'язкості оливи, вимірної при 40 і 100 ° С (ГОСТ 25371-82).

Найбільший температурний діапазон працездатності мають оливи на синтетичній базовій основі, що мають індекс в'язкості 120-150.

Низькотемпературні характеристики олів визначають температури застигання, у яких вони втрачають плинність.

Всі сучасні моторні оливи складаються з базових олів та присадок, покращують їх експлуатаційні показники. Промисловістю випускаються моторні оливи на синтетичній та нафтовій основах та їх суміші. Найбільше поширення набули оливи на нафтовій основі. Недоліками мінеральних олів

на нафтовій основі є погані низькотемпературні характеристики, низька окисна стабільність. У синтетичних оливах дані показники значно кращі.

Перевагою мінеральних оливах перед синтетичними є хороша розчинна здатність по відношенню до присадок та сумісність з матеріалами ущільнень. Отримання необхідних експлуатаційних властивостей оливах забезпечується введенням композицій присадок - антиокислювальних, протизносних, антикорозійних, диспергуючих, депресорних та ін. У процесі експлуатації моторні оливи виконують такі основні функції:

- забезпечення мінімального зносу та чистоти вузлів тертя у широкому інтервалі температур;
- запобігання корозії деталей у процесі експлуатації;
- відведення тепла від поверхонь, що труться, і видалення продуктів зносу із зони тертя в систему фільтрації.

## **1.2. Класифікація базових оливах**

Базові оливи класифікують за фізико-хімічними властивостями, сировинною природою оливах (оливи парафінової та нафтової основи) та способом виробництва (дистилятні, залишкові, компаундовані).

Дистилятні оливи виробляються з вакуумних дистилятів, залишкові - із залишків перегонки нафти – гудронів, компаундовані є сумішшю дистилятних і залишкових базових оливах[4].

Синтетичні базові оливи виготовляються в основному з поліальфаолефінів (ПАО), естерів (складних ефірів), ефірів фосфорної кислоти та поліорганосилоксанів, або їх суміші.

Сировиною виготовлення поліальфаолефінів служать нафтові гази – бутілен і етилен. Оливи на їх основі мають високу термічну стабільність і низьку температуру застигання, сумісність з нафтовими оливами та хорошу наступність до присадок, що застосовуються при виробництві нафтових оливах.

Естери є складними ефірами – продуктами нейтралізації карбонових кислот спиртами і мають ряд переваг перед усіма іншими відомими основами:

- молекули естерів полярні, що забезпечує «прилипання» молекули до металу;

- в'язкість естерів можна програмувати ще на етапі виробництва основи: чим більш важкі спирти використовуються, тим більшою виходить в'язкість, що дозволяє виключити застосування присадок, які «вигоряють» в ході роботи в двигуні, приводячи до прискореного старіння оливи;

- на основі естерів сучасна технологія дозволяє створювати повністю біологічно розкладні оливи, оскільки естери є екологічно чистими продуктами та легко утилізуються;

- високі термічні та термоокислювальні властивості.

До недоліків моторних олив на естеровій основі можна віднести вартість виробництва, яка в 5 - 10 разів дорожча за мінеральну, тому вони знайшли широке застосування як основ та компонентів авіаційних синтетичних олив, гідравлічних та гальмівних рідин, що працюють при температурах від плюс 200°C до мінус 60°C. Зміст естерів у моторних оливах для автомобілів зазвичай обмежено 3-5%.

Ефіри фосфорної кислоти володіють високою термоокислювальною стабільністю, мастильними властивостями, в'язкісно-температурними характеристиками та здатністю до розчинення неметалічних матеріалів.

Поліорганосилоксани відрізняються низькою температурою застигання, пологою в'язкісно-температурною залежністю, високою термоокислювальною і термічною стабільністю.

Оливи так само розрізняються за способом очищення: сірчаною кислотою, адсорбційним, селективним та гідрокаталітичним методами. Основна класифікація базових олив проводиться за в'язкістю. [5]

### 1.2.1 Класифікація по SAE J300

Клас в'язкості для моторних олив визначається вимогами стандарту SAE J300. Для двигуна, так само як і для будь-якого іншого механізму, необхідно застосовувати оливи з оптимальною в'язкістю, величина якої залежить від конструкції, режиму роботи, віку та температури навколишнього середовища. SAE - класи в'язкості моторних олив

В даний час єдиною визнаною у світі системою класифікації моторних олив є специфікація SAE J300. SAE - Society of Automotive Engineers (Товариство Автомобільних інженерів). У цій класифікації вказані класи в'язкості. У таблиці 1.1 вказано два ряди класів в'язкості:

Зимові – з літерою W (Winter). Оливи, що задовольняють цим категоріям – малов'язкі та застосовуються взимку – SAE 0W, 5W, 10W, 15W, 20W, 25W

Літні – без літерного позначення. Оливи, що задовольняють цим категоріям – високов'язкі та застосовуються влітку – SAE 20, 30, 40, 50, 60.

За специфікацією SAE J300, в'язкості олив визначаються за умов, близьких до реальних. Літня олива відрізняється високою в'язкістю, а відповідно, і високою несучою здатністю, що забезпечує надійне змащування при робочих температурах, але воно занадто в'язке при негативних температурах, внаслідок чого у споживача виникають проблеми із запуском двигуна. Малов'язка зимова олія полегшує холодний пуск двигуна при негативних температурах, але не забезпечує надійне змащування влітку. Саме тому зараз найбільшого поширення набули всесезонні оливи, які застосовуються і взимку, і влітку. Позначаються такі оливи комбінацією зимового та літнього ряду:

5W-30

10W-40

Таблиця 1.1

Клас в'язко сті	Низькотемпературна в'язкість		Кінетична в'язкість при 100°C, мм <sup>2</sup> /с		В'язкість НТНС при 150°З швидкості зсуву 106 с- 1, мПа-с, не нижче
	Прокручуван ня (CCS)	Прокачуванн я (MRV)	Не менше	Не більше	
0W	6200 при - 35°C	60000 при - 40°C	3,8	-	-
5W	6600 при - 30°C	60000 при - 35°C	3,8	-	-
10W	7000 при - 25°C	60000 при - 30°C	4,1	-	-
15W	7000 при - 20°C	60000 при - 25°C	5,6	-	-
20W	9500 при - 15°C	60000 при - 20°C	5,6	-	-
25W	13000 при - 10°C	60000 при - 15°C	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
----	---	---	------	-------	-----

#### Класифікація моторних олив за в'язкістю

\* - для класів в'язкості 0W-40, 5W-40, 10W-40

\*\* - для класів в'язкості 15W-40, 20W-40, 25W-40, 40

#### Показники низькотемпературних властивостей

Прокручування (визначається на імітаторі холодного пуску CCS) – критерій низькотемпературної плинності. Являє собою максимальну допустиму динамічну в'язкість моторної оливи при запуску холодного двигуна, яка забезпечує прокручування колінчастого валу зі швидкістю, необхідною для успішного запуску двигуна.

Прокачування (визначається на міні ротаційному візкозиметрі MRV) – визначається на 5°C нижче для гарантії того, що оливний насос не засмоктуватиме повітря. Виражається значенням динамічної в'язкості за нормальної температури конкретного класу. Не повинна перевищувати величину в розмірі 60 000 мПа \* с, що забезпечує прокачування оливною системою

#### Показники високотемпературної в'язкості

Кінематична в'язкість за температури 100°C. Для всесезонних олив дана величина повинна перебувати у певних діапазонах. Зменшення в'язкості веде до передчасного зносу поверхонь, що труться - підшипників коленвала і розподільного валу, кривошипно-шатунного механізму. Збільшення в'язкості призводить до масляного голодування і як наслідок передчасного зносу і виходу двигуна з ладу.

Динамічна в'язкість НТНС (High Temperature High Shear) - за допомогою даного випробування вимірюється стабільність в'язкості оливи в екстремальних умовах, при дуже високій температурі. Є одним із критеріїв визначення енергозберігаючих властивостей моторної оливи.

Всесезонні оливи повинні задовольняти одночасно два критерія:



- не перевищувати значення низькотемпературних характеристик динамічної в'язкості (CCS та MRV)

- задовольняти вимоги щодо робочої кінематичної в'язкості при 100 °C[7]

### **1.2.2. Класифікація по API**

Найбільшу популярність серед автомобілістів отримала класифікація експлуатаційних властивостей оливо по API (American Petroleum Institute).

За системою API (ASTM D 4485, SAE J183 APR96) встановлені три експлуатаційні категорії (три ряди) призначення і якості моторних оливо:

S (Service) - складається з категорій якості моторних оливо для бензинових двигунів, що йдуть у хронологічному порядку.

Для кожного нового покоління оливи привласнюється додаткова буква за алфавітом: API SA, SB, SC, SD, SE, SF, SG, SH, SJ, SL, SM, SN (категорія SI - навмисно пропущена API, щоб не було плутанини з Міжнародною системою заходів, для проекту категорії PS-06 планувалась назва SK, але один з постачальників моторних оливо в Кореї використовує скорочення «SK» як частину свого корпоративного імені. Щоб не було плутанини буква «K» була замінена наступною «L». Категорії API SA, API SB, API SC, API SD, API SE, API SF, API SG зараз визнані недійсними, як застарілі, проте у деяких країнах оливи цих категорій ще випускаються.

C (Commercial) - складається з категорій якості і призначення оливо для дизельних двигунів, що йдуть у хронологічному порядку.

Для кожної нової генерації привласнюється додаткова буква за алфавітом: API CA, CB, CC, CD, CE, CF, CF-2, CF-4, CG-4, CH-4, CI-4, CJ-4. Категорії API CA, API CB, API CC, API CD, API CD-II зараз визнані недійсними, як застарілі, проте у деяких країнах оливи цих категорій ще випускаються.

EC (EnergyConserving) - енергозберігаючі оливи - новий ряд високоякісних олив, що складається з малов'язких олив, які зменшують витрату палива за наслідками тестів на бензинових двигунах (табл.1.2).

Моторні оливи, що відрізняються низькою в'язкістю як при низькій, так і при високій температурі можуть бути сертифіковані на відповідність категорії API EC "енергозберігаюча" олива ("EnergyConserving" Oil). Універсальні оливи для бензинових і для дизельних двигунів позначаються двома символами відповідних категорій: перший символ є основним, а другий вказує на можливість застосування оливи для двигуна іншого типу. Наприклад, API CG-4/SH - олива, оптимізована для застосування в дизельних двигунах, але його можна застосовувати і в бензинових двигунах, для яких пропонується олива категорії API SH і нижче (SG, SF, SE і т.д.) [8].

Таблиця 1.2

Класифікація олив за експлуатаційними властивостями для бензинових двигунів

SN	Введена 1 жовтня 2010р. Призначена для олив, що експлуатуються в найсучасніших бензинових двигунах пасажирських і спортивних автомобілів та невеликих фургонів. Оливи цієї категорії мають поліпшені антиокислювальні та миючі властивості, забезпечує високий захист від зносу та корозії. Посилені високотемпературні властивості для експлуатації в двигунах з турбонадувом. Можуть використовуватися там, де рекомендується застосування олив категорії SM і SL. Деякі оливи з цієї категорії можуть відповідати специфікації ILSAC GF-5 і кваліфікуватися як енергозберігаючі
SM	Для двигунів 2010 р. І раніше. У доповненні до категорії SL поліпшені антиокислювальні та протизносні властивості. Оливи з цієї категорії відрізняються збереженням

	<p>низькотемпературних властивостей навіть після тривалих інтервалів експлуатації. Деякі з цих олив можуть також відповідати специфікації ILSAC GF-4 та / або бути енергозберігаючими (Energy Conserving)</p>
SL	<p>Для двигунів 2004 року та раніше. Відрізняються стабільністю енергозберігаючих властивостей, зниженою леткістю, тривалими інтервалами заміни. API планував розробляти проект PS-06 як наступну категорію API SK, але один з постачальників моторних олив в Кореї використовує скорочення «SK» як частину свого корпоративного імені. Для виключення можливої плутанини буква «K» пропускається для наступної категорії «S»</p>
SJ	<p>Для двигунів 2001 року або раніше. Оливи для бензинових двигунів, що відповідають високим вимогам щодо витрати оливи в двигуні, енергозберігаючим властивостям (економії палива) і здатності витримувати нагрів, не утворюючи відкладень. Можуть застосовуватися в тих випадках, коли рекомендовані оливи рівня SH і більш ранніх</p>
SH	<p>Для двигунів до 1996 року або раніше. За вимогами відповідає категорії ILSAC GF-1, але без обов'язкового енергозбереження. Оливи цієї категорії призначені для бензинових двигунів моделей 1996 року та старших. При проведенні сертифікації на енергозбереження, в залежності від ступеня економії палива присвоювалися категорії API SH / EC та API SH / ECII</p>

Таблиця 1.3

Класифікація олив за експлуатаційними властивостями для дизельних двигунів

CJ-4	<p>Введена в 2006р. Для швидкохідних чотиритактних двигунів, проєктованих для задоволення норм по токсичності відпрацьованих газів 2007 року на магістральних дорогах. Оливи CJ-4 допускають використання палива з вмістом сірки аж до 500 ppm (0,05% від маси). Оливи CJ-4 рекомендовані для двигунів, обладнаних дизельними сажовими фільтрами та іншими системами обробки вихлопних газів. Оливи зі специфікацією CJ-4 перевищують робочі властивості CI-4, CH-4, CG-4, CF-4 і можуть застосовуватися в двигунах, яким рекомендуються оливи цих класів</p>
CI-4	<p>Введена в 2002р. Для високошвидкісних 4-тактних двигунів розроблених відповідно до вимог стандарту 2002 року по емісії вихлопних газів. Для двигунів з рециркуляцією вихлопних газів (EGR). Для використання з паливами з &lt;0.5% сірки. Забезпечують оптимальний захист від високотемпературних відкладень в циліндропоршневій групі і низькотемпературних відкладень в картері, володіє високими протикорозійними характеристиками. Заміщає CD, CE, CF-4, CG-4, і GH-4</p>
CH-4	<p>Категорія представлена 1 грудня 1998 року. Оливи цієї категорії призначені для високошвидкісних, чотиритактних двигунів виконують вимоги жорстких стандартів 1998 року по токсичності відпрацьованих газів. Відповідають найвищим вимогам не тільки американських, але й європейських виробників дизельних двигунів. Спеціально сформульовані для застосування в двигунах, що використовують паливо з вмістом сірки до 0,5% від маси. На відміну від категорії API CG-4, допускається застосування дизельного палива з вмістом сірки більше 0,5%, що є важливою перевагою в країнах, в яких поширені високо сірчисті палива (Південна Америка, Азія, Африка). Оливи задовольняють підвищеним вимогам по зменшенню зносу клапанів і зменшенню утворення нагару.</p>

Замінюють оливи категорій API CD, API CE, API CF-4 і API CG-4
---

Таблиця 1.4

Класифікація олив за експлуатаційними властивостями для двотактних двигунів

ТА	Двотактні двигуни мопедів, газонокосарок та відповідних машин
ТВ	Малопотужні мотоцикли, моторолери
ТС	Олива для двотактних двигунів, що працюють на суші, також тоді, коли потрібно клас API-ТА і API-ТВ
ТД	Масо для двотактних підвісних човнових моторів

### 1.2.3. Класифікація моторних олив за АСА

Асоціація Європейських Виробників Автомобілів АСА (Association des Constructeurs Europeens de L'Automobile), представляє інтереси 15 європейських виробників легкових і вантажних автомобілів і автобусів на рівні ЄС. Ця класифікація встановлює нову, більш жорстку порівняно з ССМС, європейську класифікацію моторних олив за експлуатаційними властивостями.

Сучасна редакція класифікації "АСА 2010" складається з трьох класів за типом двигунів: А / В, С і Е (відповідно бензинові, легкі дизельні і важко навантажені дизельні двигуни).

Кожен клас поділяється на категорії різного рівня експлуатаційних властивостей:

- Чотири для бензинових і легких дизельних двигунів: A1/B1, A3/B3, A3/B4, A5/B5 (табл.1.5);
- Чотири спеціально для бензинових і легких дизельних двигунів, обладнаних каталітичними системами доочистки C1, C2, C3, C4 (табл.1.7);
- Чотири для важко навантажених дизельних двигунів E4, E6, E7, E9 (табл.1.6).

Далі вказується рік введення в дію категорії, а також при необхідності номер видання, якщо були оновлені технічні вимоги[14].

Таблиця 1.5

Категорії для бензинових і дизельних двигунів легкових автомобілів

Категорія	Опис
A1/B1	Енергозберігаючі оливи. Стійкі до механічної деструкції, призначені для застосування із збільшеними інтервалами заміни в бензинових і дизельних двигунах легкових і малотонажних транспортних засобів, розроблених для застосування маловязких оливо, що знижують тертя, з в'язкістю НТНS 2,6 мПа * с для SAE xW-20 та від 2,9 до 3,5 мПа*с для інших класів в'язкості. Ці оливи можуть бути не придатними для змащування деяких двигунів. Необхідно керуватися інструкцією з експлуатації виробника.
A3/B3	Оливи категорії «Stay-in-grade». Оливи з високими експлуатаційними властивостями, призначені для застосування у високофорсованих бензинових та дизельних двигунах легкових та легких вантажних транспортних засобів. Можуть

	бути використані в двигунах зі збільшеними інтервалами заміни оливи відповідно до рекомендацій виробників двигунів.
A3/B4	Оливи категорії «Stay-in-grade». Оливи з високими експлуатаційними властивостями, призначені для застосування у високофорсованих бензинових та дизельних двигунах з безпосереднім вприскуванням палива, також придатні для застосування згідно специфікації A3/B3.
A5/B5	Енергозберігаючі оливи. Стійкі до механічної деструкції, призначені для застосування зі збільшеними інтервалами заміни у високофорсованих бензинових та дизельних двигунах легкових та легких вантажних транспортних засобів, розроблених для застосування малов'язких олив, що знижують тертя, з в'язкістю HTHS 2,6 мПа*с для SAE xW-20 та від 2,9 до 3,5 мПа*с з інших класів в'язкості. Ці оливи можуть бути не придатними для змащування деяких двигунів. Необхідно керуватися інструкцією з експлуатації виробника.

Таблиця 1.6

## Категорії для важкоавантажених дизельних двигунів

Категорія	Опис
E7	Оливи категорії «Stay-in-grade». Оливи з високими експлуатаційними властивостями, що забезпечують високий контроль над чистотою поршнів та поліруванням стінок циліндрів. Оливи також забезпечують поліпшений захист від зносу та сажеутворення та стабільність змащувальних властивостей. Рекомендовані для застосування у високооборотних дизельних двигунах, що задовольняють вимогам Euro I, Euro II, Euro III, Euro IV та Euro V каталітичного відновлення (SCR) для зниження рівня оксидів

	азоту NO <sub>x</sub> у вихлопних газах. Замінює олії категорії АСА Е3 та Е5 у більш старих двигунах. Як правило, олії цієї категорії якості відповідають категорії АРІ СІ-4.
Е4	Оливи категорії «Stay-in-grade» з розширеними інтервалами заміни. Забезпечують більш високий, ніж для АСА Е7 контроль над чистотою поршнів, зниження зносу та сажоутворення та стабільність змащувальних властивостей. Рекомендовані для застосування у високооборотних дизельних двигунах, що задовольняють вимогам Euro I, Euro II, Euro III, Euro IV та Euro V, які працюють в особливо важких умовах експлуатації, наприклад, значно збільшених інтервалах заміни оливи відповідно до рекомендації автовиробника. Оливи застосовні для двигунів без фільтрів сажі, а також для деяких двигунів, обладнаних системою рециркуляції відпрацьованих газів (EGR) і системою виборчого каталітичного відновлення (SCR) для зниження рівня оксидів азоту NO <sub>x</sub> у вихлопних газах. Як правило, оливи цієї категорії якості не мають прямої відповідності категорії АРІ. В окремих випадках можуть бути допущені на категорію якості АРІ СІ-4 (вказується виробником оливи).
Е9	Оливи категорії «Stay-in-grade» зі зниженим вмістом сірки, фосфору та малою сульфатною зольністю. Призначені, в основному, для дизельних двигунів, оснащених фільтрами сажі і експлуатуються на малосірчистому паливі. Рекомендовані для застосування у високооборотних дизельних двигунах, що задовольняють вимогам Euro I, Euro II, Euro III, Euro IV та Euro V. Оливи застосовні для більшості двигунів, обладнаних системою рециркуляції відпрацьованих газів (EGR) та системою виборчого каталітичного відновлення (SCR) для зниження рівня



	оксидів азоту NO <sub>x</sub> у вихлопних газах. Як правило, оливи цієї категорії якості відповідають категорії API CJ-4.
Е6	Оливи категорії «Stay-in-grade» зі зниженим вмістом сірки, фосфору та малою сульфатною зольністю, а також з розширеними інтервалами заміни там, де рекомендує виробник. Розроблені для застосування в найсучасніших високооборотних дизельних двигунах, оснащених фільтрами сажі, що експлуатуються на малосірчистому паливі. Рекомендовані для застосування у високооборотних дизельних двигунах, що задовольняють вимогам Euro I, Euro II, Euro III, Euro IV та Euro V. Оливи застосовні для більшості двигунів, обладнаних системою рециркуляції відпрацьованих газів (EGR) та системою виборчого каталітичного відновлення (SCR) для зниження рівня оксидів азоту NO <sub>x</sub> у вихлопних газах. Прямої відповідності із сучасними категоріями якості API не має. В окремих випадках можуть бути допущені на категорію якості CI-4 (вказується виробником олив).

Таблиця 1.7

Категорії для спеціальних систем очищення вихлопних газів

Категорія	Опис
С1	Енергозберігаючі оливи з низьким вмістом сірки, фосфору та малою сульфатною зольністю (Low SAPS). Сумісні з каталізаторами нейтралізації відпрацьованих газів. Призначені для застосування у високофорсованих бензинових двигунах та дизелях легких транспортних засобів, в яких потрібне використання малов'язких олив, що знижують тертя, та в'язкістю НТНС мінімум 2,9 мПа*с. Відрізняються найбільш жорсткими вимогами серед олив Low SAPS за вмістом сірки

	<p>(&lt;0.2%), фосфору (&lt;0.05%) та сульфатної золи (&lt;0.05%). Ці оливи збільшують термін служби фільтрів сажі (DPF) і трикомпонентних каталізаторів (TWC), а також забезпечують економію палива. Дані типи оливо мають низький показник SAPS і можуть бути непридатними для використання деяких видів двигунів. Необхідно керуватися інструкцією з експлуатації виробника.</p>
C2	<p>Енергозберігаючі оливи з низьким вмістом сірки, фосфору та малою сульфатною зольністю (Low SAPS). Сумісні з каталізаторами нейтралізації відпрацьованих газів. Призначені для застосування в бензинових двигунах та дизелях легких транспортних засобів, в яких потрібне використання малов'язких оливо, що знижують тертя, та в'язкістю HTHS щонайменше 2,9 мПа*с. Ці оливи збільшують термін служби фільтрів сажі (DPF) і трикомпонентних каталізаторів (TWC) і забезпечують економію палива. Дані типи оливо мають низький показник SAPS і можуть бути непридатними для використання деяких видів двигунів. Необхідно керуватися інструкцією з експлуатації виробника.</p>
C3	<p>Оливи категорії «Stay-in-grade» з низьким вмістом сірки, фосфору та малою сульфатною зольністю (Low SAPS). Сумісні з каталізаторами нейтралізації відпрацьованих газів. Призначені для застосування у бензинових двигунах та дизелях легких транспортних засобів. Найбільш популярна категорія серед оливо Low SAPS. Дані типи оливо мають низький показник SAPS і можуть бути непридатними для використання деяких видів двигунів. Необхідно керуватися інструкцією з експлуатації виробника.</p>
C4	<p>Оливи категорії «Stay-in-grade» з низьким вмістом сірки,</p>

	<p>фосфору та малою сульфатною зольністю (Low SAPS). Сумісні з каталізаторами нейтралізації відпрацьованих газів. Призначені для застосування у бензинових двигунах та дизелях легких транспортних засобів. Категорія вперше введена в редакції 2008 року, відрізняються найбільш жорсткими вимогами серед оливо Low SAPS щодо випаровування (&lt;11%), вмісту сірки (&lt;0.2%) та сульфатної золи (&lt;0.05%). Ці оливи збільшують термін служби фільтрів сажі (DPF) і трикомпонентних каталізаторів (TWC). Дані типи оливо мають низький показник SAPS і можуть бути непридатними для використання деяких видів двигунів. Необхідно керуватися інструкцією з експлуатації виробника.</p>
--	--

#### 1.2.4. Класифікація за ILSAC

Класифікація ILSAC - це діючий стандарт, який був запроваджений міжнародним комітетом з стандартизації та апробації моторних оливо ILSAC. Американська та японська асоціації автовиробників ААМА та JAMA заснували цей комітет, який поширений у корейських, американських, японських автовиробників.

Всі оливи класу ILSAC мають понижено високотемпературну в'язкість НТНС. Оливи класу ILSAC в теперішній час поділені на 6 класів (табл. 1.8). Кожний наступний клас вихиляє більш жорсткі умови по відношенню до властивостей оливо або розгортає межі можливих в'язкостей (як правило, вбік рідших оливо).

Таблиця 1.8

Класифікація за ILSAC

Клас	Сфера застосування
------	--------------------

G F1	Відповідає вимогам стандарту API SH та директиви Energy Conserving II (ЕС-II). Являє собою базові вимоги до олив для американських і японських автовиробників.
G F2	Відповідає вимогам стандарту API SJ та директиви ЕС-II. Додаткові вимоги до зольності, низькотемпературних властивостей, високотемпературної стабільності та піноутворення. Допустимі класи в'язкості: 0W-30, 0W-40, 5W-20, 5W-30, 5W-40, 5W-50, 10W-30, 10W-40 і 10W-50. Якість перевершує GF-1.
G F3	Відповідає вимогам стандарту API SL та директиви ЕС-II. Додаткові вимоги до стійкості пакету присадок, схильності до утворення відкладень, впливу оливи на системи нейтралізації відпрацьованих газів, паливної економічності. Якість перевершує GF-1 та GF-2.
G F4	Стандарт GF-4 є ідентичним API SM, однак вимагає проходження додаткових випробувань на паливну економічність VIB Fuel Economy Test (ASTM D 6837). Якість перевершує GF-1, GF-2 та GF-3.
G F5	Забезпечує кращий захист поршнів від високотемпературних відкладень та кращий захист турбокомпресорів, має високу сумісність з ущільнюючими деталями двигуна, підвищену стійкість під час використання у двигунах, що працюють на паливі з вмістом етанолу (до E85). Жорсткіші вимоги до шламоутворення. Якість перевершує GF-1, GF-2, GF-3 та GF-4. Представлений у 2010 р.
G F6	Забезпечує кращі аніж у GF-5 захист двигуна, паливну економічність та стабільність. Значення НТНС від 2,6 МПа·с.

Експлуатаційний клас визначає якість моторної оливи. Розвиток двигунобудування вимагає від мастильних матеріалів виконання нових, більш жорстких вимог. Для полегшення вибору оливи необхідного рівня

якості для бензинового або дизельного двигуна та умов їх експлуатації були створені різні системи класифікації. У кожній системі моторні оливи поділяються на ряди та категорії, засновані на призначенні та рівні якості[10].

Фізико-хімічні властивості оливо визначаються в'язкістю, індексом в'язкості, температурами застигання та спалаху, кольором та коксуванням. Перелічені показники характеризують базову основу оливи та є непрямими.

Від вуглеводневого складу базової оливи залежать: в'язкість, окисна стабільність, поверхнева активність, розчинна здатність, фракційний склад.

Для надання базовим оливам певних експлуатаційних властивостей їх легують присадками, які поділяються на такі основні типи:

- антиокислювальні, що підвищують антиокислювальну стійкість оливо;
- антикорозійні, що захищають металеві поверхні від корозійного впливу кисню, сірки та вологи;
- мийно-диспергуючі, що сприяють зниженню відкладень продуктів окислення на металевих поверхнях;
- Покращують мастильні властивості (протизносні, протизадирні, антифрикційні);
- депресорні, що знижують температуру застигання оливо;
- в'язкісні, що покращують в'язкісно-температурні властивості оливо;
- антипінні, що запобігають спінюванню оливо.

У процесі використання оливо тривалий час основним показником якості стає базова основа, оскільки присадки за цей час змінюють свої властивості.

Виробник техніки визначає термін заміни оливо в агрегатах без урахування його експлуатаційних характеристик, виду базової основи та легуючих присадок. Критерієм встановлення термінів заміни є напрацювання (ч) або пробіг (км), що не враховує фактичний стан мастильного матеріалу, тому ресурс роботи оливи не використовується максимально ефективно,

результатом чого є перевитрата мастильного матеріалу або поломка агрегату[11].

### **1.3. Екологічні проблеми з утворенням ВО**

В останні роки велику увагу стали приділяти раціональному використанню відпрацьованих нафтопродуктів, у потяг яких як вторинна сировина дозволяє не тільки розширити паливно-енергетичні ресурси, а й запобігти забрудненню навколишнього середовища. З відпрацьованих олив можна отримати до 85% регенованих олив. Повторне використання відпрацьованих олив має також важливе значення з точки зору охорони природи, оскільки недотримання правил збору відпрацьованих олив приносить велику екологічну шкоду через забруднення ґрунту, водних джерел та ґрунтових вод. Проте нині відпрацьовані оливи, на жаль, є суттєвим джерелом через забруднення навколишнього середовища. Забруднення навколишнього середовища відбувається також в результаті спалювання мас, що відпрацювали. Токсичні компоненти, що утворюються при цьому (діоксид сірки, органічні сполуки хлору та важких металів) хмарами розносяться по всій планеті, що призводить до глобального забруднення навколишнього середовища.

Головну небезпеку для біосфери представляє просочування в ґрунт і попадання в поверхневі та ґрунтові води при потоках і витоках олив. Нафтові та багато синтетичні оливи характеризуються дуже низькою біорозкладністю, тому при попаданні в ґрунт сильно забруднюють середовище. Відомий ряд варіантів використання відпрацьованих олив. До них відносяться додавання оливи до сирової нафти на нафтопереробних заводах (НПЗ); використання для різних технологічних потреб у різних галузях народного господарювання; використання замість бітуму в

дорожньому будівництві, застосування як сировини для виготовлення антикорозійних складів, регенерація з подальшим застосуванням за прямим призначенням. Найчастіше відпрацьовані оливи додають до котельного палива. Спалювання відпрацьованих олив у складі мазуту, по-перше, нерационально, враховуючи цінність цього продукту, по-друге, веде до забруднення навколишнього середовища - викиду в атмосферу токсичних речовин. Виходячи з економічних та екологічних міркувань, у деяких країнах заборонено спалювання неочищених відпрацьованих олив. Найбільш рационально використовувати відпрацьовані оливи відновлюючи їх властивості шляхом регенерації[19].

У нашій країні останні роки регенерація відпрацьованих олив на спеціальних установках і заводах набула інтенсивного розвитку.

Для рационального використання відпрацьованих нафтопродуктів їх доцільно збирати окремо за групами. Всі відпрацьовані нафтопродукти поділяються на три групи: оливи моторні відпрацьовані (ОМВ); оливи індустриальні відпрацьовані (ОІВ); суміш відпрацьованих нафтопродуктів (СВН) (табл. 1.9).

Таблиця 1.9

Класи відпрацьованих олив

Група	Склад нафтопродуктів	Основні напрямки використання
ОМВ	Оливи відпрацьовані моторні (для авіаційних поршневих, карбюраторних та дизельних двигунів), компресорні, вакуумні оливи, оливи для прокатних станів, а також індустриальні оливи, що відповідають вимогам ГОСТ 21046-75	Сировина для регенерації, замість чи поряд з іншими нафтопродуктами

ВІ	О	Оливи відпрацьовані індустріальні та робочі рідини для гідросистем, газотурбінні, ізоляційні, приладові та турбінні оливи, оливи для компресорів холодильних машин, що відповідають ГОСТ 21046-75	Сировина для регенерації та очищення; замість або поряд з іншими нафтопродуктами
ВН	С	Суміші відпрацьованих нафтопродуктів; нафтові промивні рідини; оливи, що змінювалися при термічній обробці металів, циліндрові, трансмісійні; нафту та рідкі нафтові та нафтові палива, що витягуються з очисних споруд та нафтовмісних вод	Переробка на нафтопереробних підприємств у суміші з нафтою; в якості компонента котельного палива

Кількість і якість відпрацьованих олив в першу чергу залежить від організації збору, якості вихідної оливи та умов її експлуатації.

Якість одержуваного продукту при регенерації покращується при зборі відпрацьованих олив за окремими марками. Це дозволяє видозмінити технологічний процес регенерації стосовно даної марки мастила і домагатися максимального поліпшення властивостей регенованого продукту.

Проте, така організація збору пов'язана із суттєвими труднощами через складність зберігання та транспортування численних марок олив.

Фізико-хімічні показники відпрацьованих олив, що надходять на приймальні пункти нафтобаз або на регенераційні станції та нафтопереробні підприємства повинні відповідати вимогам (табл. 1.10) [25].

Таблиця 1.10

Вимоги олив для нафтопереробних підприємств



Показник	Норма для групи		
	ОМВ	ОІВ	СВН
В'язкість кінематична, не менше, мм <sup>2</sup> /с (сСт):			
при 50 °С	25	5	-
при 100°С	5	-	-
В'язкість умовна при 20°С, ВП, не менше	29	13	-
Температура спалаху, що визначається у відкритому тиглі, °С, не нижче	100	120	-
Масова частка механічних домішок, %, не більше	2	2	3
Масова частка води, %, трохи більше	4	4	5
Масова частка пального, %, трохи більше	6	6	-

Контроль показників якості відпрацьованих олив здійснюється лабораторіями нафтопереробних підприємств. Для оперативного контролю цих показників за допомогою експрес-методів розроблено комплект переносної лабораторії аналізу відпрацьованих нафтопродуктів ЛАОН, яка забезпечує відбір аналізованого продукту з будь-якої тари, визначення фізико-хімічних показників, перерахованих у табл. 1.11. протягом 1,3-2 год (а без визначення температури спалахи – за 20-30 хв). Зміст цінних вуглеводнів у відпрацьованих нафтових оливах, навіть моторних, висока, і при регенерації вихід базових олив, як зазначалося вище, становить 70-85% (мас.) на зневоднені олива, що містить близько 5% низької кількості фракцій (бензинокеросинових і легких газойлевих). Вихід базової оливи залежить як від глибини очищення, так і від технології регенерації. За груповим

вуглеводневим складом і фізико-хімічними властивостями регенованої оливи близькі відповідним свіжим. [13]

Мінеральні оливи повинні мати хорошу змащувальну здатність: забезпечувати досконалу рідинну оливу та належну міцність оливної плівки у всіх вузлах тертя механізмів у широкому діапазоні швидкостей, навантажень та температур. Збереження оливної плівки на тертьових поверхнях необхідна для усунення напівсухого або сухого тертя, що викликає знос чи руйнування деталей. Оливи мають бути також хімічно стійкі проти окислення киснем при підвищених температурах, а також не змінювати своїх властивостей, при транспортуванні та зберіганні [14].

Важливим показником якості оливи є також в'язкість та характер залежності в'язкості від температури. Недостатня плинність при низьких температурах ускладнює, а іноді унеможлиблює застосування оливи в зимові умови.

## **1.4 Причини зміни якісних властивостей оливи**

### **1.4.1 Забруднення оливи домішками**

Металеві частинки потрапляють у оливу внаслідок стирання металу з поверхневих деталей; мінеральні домішки – пил, пісок – засмоктуються в оливну систему з повітря, накопичуються в працюючій оливі та викликають інтенсивне зношення тертьових поверхонь. Під час роботи в двигунах оливи обводняються. Вода проникає в оливу з навколишнього повітря, з продуктів згоряння палива або через нещільності водяних пристроїв, що охолоджують. Зі зміною температури, пов'язаною зазвичай із зміною режиму роботи автомобіля, відбувається конденсація на поверхні оливи вологи, наявної у повітрі, іноді у значній кількості [15].

#### **1.4.2. Термічне розкладання**

При зіткненні оливи із нагрітими частинами машин відбувається термічне розкладання (крекінг), внаслідок якого утворюються легкі леткі та важкі продукти. Схильність мінеральних оливи до термічного розкладання залежить, передусім від їх вуглеводневого складу. Чим довше і складніше молекули вуглеводнів оливи, тим легше вони розкладаються під дією високої температури. Швидкість розкладання вуглеводнів зростає із підвищенням температури та у певних температурних інтервалах (від 400 до 450°C) підпорядковується закону Вант - Гоффа, згідно з яким з підвищенням температури на кожні 10 °C швидкість розкладання збільшується у два рази [14]. Деякі метали (мідь, цинк та ін) значно знижують температуру розкладання вуглеводнів, надаючи каталітичну дію на цей процес.

#### **1.4.3. Окислення**

Працюючи в двигунах оливи взаємодіють з повітрям. Контакт з киснем є головною причиною, що викликає хімічну зміну оливи (окислення). У процесі окислення змінюються фізико-хімічні властивості оливи, що, як правило, призводить до погіршення його експлуатаційних властивостей. Якщо процес окислення зайшов досить далеко, то може знадобитися повне видалення оливи з системи машини та заміна його свіжим. Стійкість оливи до окиснення, тобто швидкість процесу окиснення, глибина його, а також характер продуктів, що утворюються, залежать від природи оливи, температури, тиску повітря, величини поверхні зіткнення з повітрям, від наявності сполук, здатних каталітично прискорювати чи уповільнювати цей процес, тривалості роботи оливи і т.д [15].

#### **1.4.4. Розрідження оливи паливом**

Оливи, що застосовуються для двигунів внутрішнього згорання, не тільки змащують поверхні, що труться, і відводять тепло, але і створюють затвор між поверхнями циліндрів та поршневыми кільцями, перешкоджаючи прориву газів з циліндрів у картер. Зміна в'язкості таких оливо при розведенні важкими фракціями пального має велике значення. Робоча суміш, що надходить з карбюратора в циліндри двигуна складається з повітря та пального в пароподібному стані, і у вигляді крапель, останні осідають на стінках циліндрів і поєднуються з оливою. Крім того, на початку роботи двигуна, особливо при його запуску, пари палива можуть конденсуватися на холодних внутрішніх стінках циліндрів та потрапляти таким чином в оливу.

Ступінь розрідження оливи пальним залежить також від конструкції та стану двигуна. Чим більший зношений двигун, тим значніше розрідження оливи. У технічно виправлених дизельних двигунах при правильній їх експлуатації розведення оливи практично мізерно: проте в більшості випадків воно підвищується від 3 до 7 %, інколи ж до 10 % [16]. Як правило, розрідження оливи пальним особливо інтенсивно відбувається в перші години роботи двигуна, потім швидкість процесу значно знижується, і, нарешті, вміст пального в маслі стабілізується. Внаслідок розрідження палива відповідно знижується температура спалаху та в'язкості оливи. При регенерації таких оливо на сучасних регенераційних установках практично повністю видаляються компоненти, що розріджують.

### **1.5 Висновки до Розділу 1**

Отже, щоб олива могла бути використана для тих чи інших цілей, вона має відповідати спеціальним вимогам по гранично допустимих показниках його якості, викладених у технічних специфікаціях. Порушення цих вимог призводить до виходу обладнання з експлуатації. З часом відбувається зміна властивостей оливи: розкладання, окислення, полімеризація та конденсація вуглеводнів, обвуглювання (неповне згорання), розрідження пальним,

забруднення сторонніми речовинами та обводнення. В результаті в оливах накопичуються асфальто-смолисті сполуки, колоїдні кокс і сажа, різні солі, кислоти, а також металевий пил і стружка, мінеральний пил, волокнисті речовини, вода тощо. Складний процес зміни фізико-хімічних властивостей оливи називається його старінням[17].

## **РОЗДІЛ 2**

### **МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ ВІДПРАЦЬОВАНИХ МОТОРНИХ ОЛИВ**

#### **2.1 Сутність основних методів регенерації**

Вище показано, що характер зміни якісних показників оливи залежить від умов застосування. Одні оливи, наприклад індустриальні, працюють у м'яких умовах, що виключають можливість глибоких змін їх фізико-хімічних властивостей. Інші, такі, як для двигунів внутрішнього згорання та компресорні, знаходяться під впливом високих температур або хімічним впливом різних речовин, що призводить до глибоких якісних змін. Для трансформаторних оливи характерна тривала робота в системах, у деяких випадках тисячі та десятки тисяч годин. При цьому підвищується кислотне число оливи та вміст смол, з'являються шлами тощо. Отже, робота оливи завжди пов'язана з тими чи іншими змінами фізико-хімічних властивостей, що обмежують термін їх корисності служби. Однак дослідження [18] показують, що в основному груповий хімічний склад оливи змінюється мало.

Продукти фізико-хімічних перетворень, оливи, а також шкідливі домішки, що потрапляють ззовні та роблять оливу непридатним для подальшої роботи, складають лише незначну частину загальної його маси, та за допомогою будь-яких методів очищення можуть бути видалені. Після вилучення забруднюючих речовин (регенерації) відновлюються початкові

властивості оливи і воно, як правило, може бути використане повторно на рівні зі свіжими оливами або у суміші з ними.

Вибір методу регенерації відпрацьованих олив визначається характером забруднень і продуктів старіння, що містяться в них: для одних олив досить простий очищення від механічних домішок, для інших необхідна глибока переробка, іноді з використанням хімічних речовин реагентів. Методи регенерації відпрацьованих олив можна розділити на фізичні, фізико-хімічні, хімічні та комбіновані. На практиці зазвичай застосовують комбіновані методи, що забезпечують отримання високоякісних регенерованих олив.

Постійна поява нових способів та засобів вирішення завдань утилізації, за допомогою досконалих, безвідходних методів регенерації відпрацьованих мастильних матеріалів, питання екології та охорони здоров'я людини викликають необхідність постійної уваги до цієї проблеми, що знаходиться на стику техніки, екології та економіки[19].

Регенерація відпрацьованих олив є напрямком, який почалося понад 30 років тому і досі бурхливо розвивається. Вона здійснюється практично у всіх розвинених країнах світу та в більшості розвиваються, по-перше, внаслідок екологічної необхідності – захисту навколишнього природного середовища від забруднення особливо небезпечними відходами; по-друге, через надзвичайну економічну вигідність та привабливість цього виду діяльності. Для більшості держав регенерація є єдиною можливістю організувати в країні на власній сировинній базі виробництво імпортозамінної продукції – кондиційних мастильних матеріалів[21]. Вибір методу регенерації відпрацьованих олив визначається характером забруднень і продуктів старіння, що містяться в них: для одних олив досить простий очищення від механічних домішок, для інших необхідна глибока переробка, іноді із використанням хімічних реагентів. Методи регенерації відпрацьованих олив представлено на рисунку 2.1

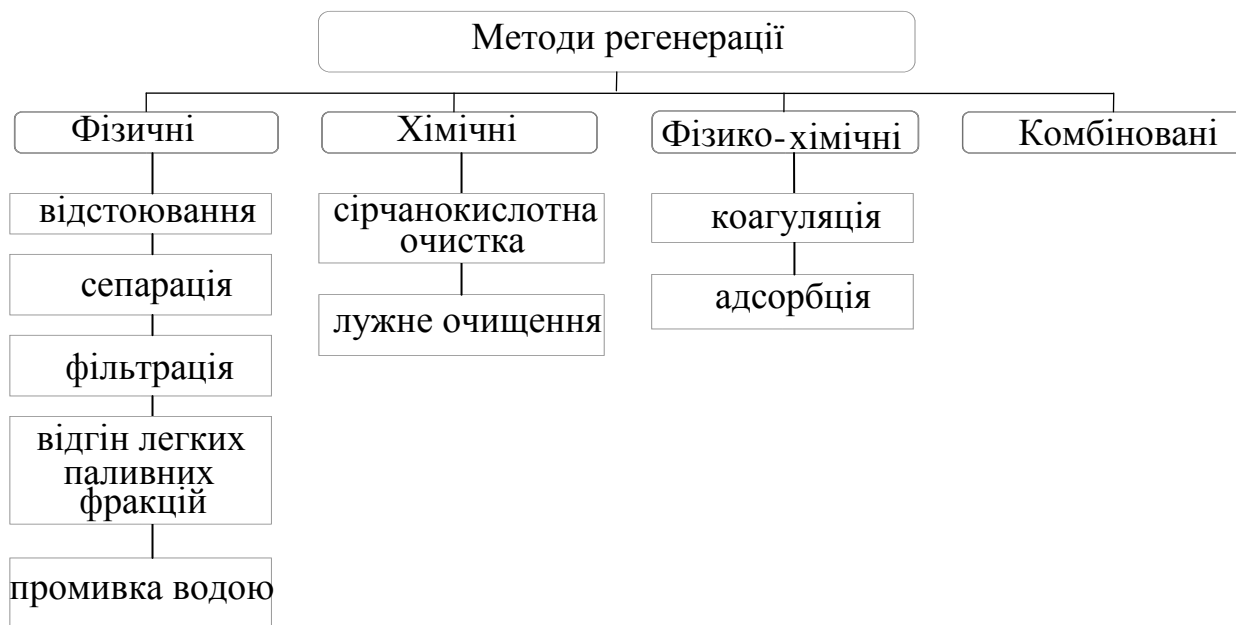


рис. 2.1 Методи регенерації відпрацьованих олив

## 2.2. Фізичні методи регенерації ВО

До фізичних методів регенерації відпрацьованих олив відносяться такі, при яких, не торкаючись хімічної основи олив, що очищаються, видаляють лише механічні домішки, тобто пил, пісок, частинки металу, води, смолисті, асфальтоподібні, коксоподібні та вуглисті речовини, а також пальне. Найбільш поширені такі фізичні методи регенерації: відстоювання, сепарація (центрифугування), фільтрація, відгін палива та промивання водою[20].

### 2.2.1 Відстоювання

Відстоювання – видалення механічних домішок і води під дією сили тяжіння. Це найпростіший спосіб відновлення якості ПММ. За допомогою відстоювання можна видалити з ПММ значну частину механічних домішок і води. Воно ефективне лише тоді, коли густина забруднень і ПММ суттєво

різняться, а частинки мають достатньо великі розміри. Як правило відстоювання передує процесам фільтрації.

Товарні ПММ з домішками твердих частинок забруднень є типовими малокоцентрованими суспензіями. Домішки нерозчиненої води у вигляді диспергованих крапель надають ПММ емульсійний характер. Спільна присутність емульсійної води і твердих частинок забруднень різної дисперсності обумовлює складний характер фізичних процесів, що протікають при відстоюванні.

Оливи зневоднюють, підігрівуючи їх до 70...80°C протягом кількох годин і відстоюють. Якщо вода в оливі залишалась і після цих операцій, її необхідно нагріти до 105...110°C і витримати при такій температурі до повного випаровування води. При цьому необхідно пам'ятати, що зневоднена олива при нагріванні вище 100°C сильно піниться в результаті чого можливий його викид. Щоб запобігти цьому, воду видаляють у два етапи[26].

Відстоювання відпрацьованих олив засноване на тому, що механічні домішки та вода, що перебувають в оливі у зваженому стані, осідають протягом часу. Вміст механічних домішок у верхньому шарі оливи зменшується, а в нижньому збільшується залежно як від температури оливи, а й від часу відстоювання (табл. 2.1.)

Таблиця 2.1

Залежність вмісту в оливі механічних домішок від тривалості відстоювання при  $t = 80^{\circ}\text{C}$

Відстань від дна, мм	Вміст домішок, %, при тривалості відстоювання				
	1 год	3год	6год	12го д	18го д
240	0,14	0,09	0,03	0,00	0,00
180	0,16	0,11	0,07	0,00	0,00
120	0,18	0,10	0,11	0,03	0,00
60	0,19	0,23	0,23	0,19	0,00



1	0,21	0,33	0,50	0,73	0,92
---	------	------	------	------	------

Повне осадження механічних домішок відбулося лише після 18 год. Відстоювання ПММ від механічних домішок та води та при підігріві не завжди призводить до бажаного результату: іноді навіть за тривалого процесу відстоювання значна кількість домішок залишається у зваженому стані, тобто. практично олива не відстоюється) [45].

Для очищення ВО шляхом відстоювання використовують відстійники періодичної та безперервної дії. Найбільш практичні відстійники періодичної дії є вертикальні циліндричні резервуари з конічним дном, забруднення що осіло, концентрується в конусі, яке звідти легко видаляється через спускний кран (рис.2.1.).

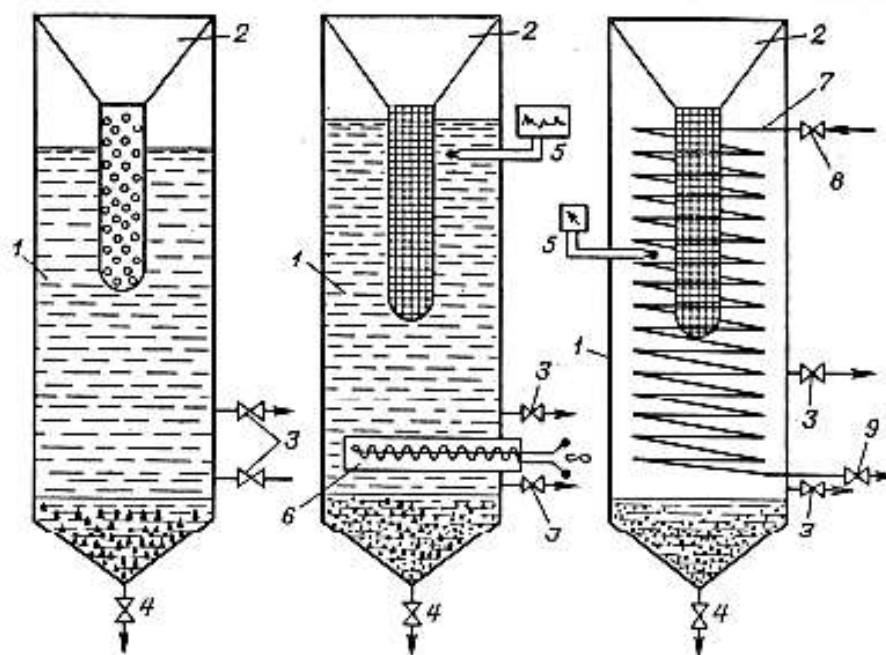


Рис. 2.2 Відстійники періодичної дії

- 1 – корпус відстійника; 2 – лійка із сіткою; 3 – кран для зливу оливи, що відстоялася; 4 – кран для видалення відстою; 5 – датчик температури;  
6 – електрообігрів; 7 – паровий змійовик; 8, 9 – парові крани

## 2.2.2 Сепарація

Сепарація – це процес центрифугування: під впливом відцентрових сил найважчі забруднюючі домішки відтісняються до стінок судини, утворюючи кільцевий шар відкладень; наступний шар складається з виділень води, а третій кільцевий шар, розташований біля осі обертання, представляє собою очищену оливу (рис. 2.3)

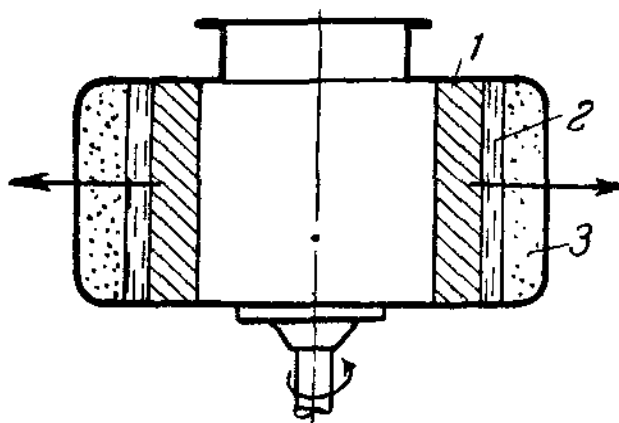


Рис. 2.3 Схема розподілення компонентів суміші при обертанні центрифуги:

1 – олива, 2 – вода, 3 – осад

Ефективність очищення палив і олив від забруднень залежить від конструкції центрифуг. Зі збільшенням частоти обертання ротора й зменшенням в'язкості палива ефективність очищення збільшується.

Сепаратори в наш час широко застосовують для періодичного очищення забруднених або відпрацьованих олив та очищення нафтопродуктів у паливних і масляних системах сухопутних машин, літальних апаратів, кораблів. Сепаратори досить часто включають у схему маслорегенераційних установок для попереднього очищення олив. Іноді сепаратори сполучають із фільтр-пресами. На нафтобазах і складах центрифуги поширені, на жаль, мало, хоча ефективність їхнього використання для очищення нафтопродуктів від забруднень і води може бути дуже високою[44].

### 2.2.3 Фільтрація

Фільтрація – це процес поділу неоднорідних систем за допомогою пористих перегородок, які затримують одні фази цих систем та пропускають інші. До таких процесів відноситься поділ суспензій на чисту рідину та вологий осад, наприклад, відділення від оливи механічних домішок чи відбілюючої глини.

Фільтрація є ефективним і доступним засобом відновлення якості нафтопродуктів. З її допомогою можна ефективно видалити тверді забруднення. Процеси фільтрації нафтопродуктів широко застосовують на нафтобазах, складах, АЗС, господарствах та ін. Незважаючи на розробку спеціальних фільтрів, видалення емульсійної води методами фільтрації не можна вважати вирішеною проблемою. Ступінь очищення нафтопродуктів від забруднень визначається технологічною схемою фільтрації і, особливо, типом застосовуваних фільтрів[47].

При фільтрації тверді частки забруднень затримуються на поверхні фільтруючої перегородки й проникають у її пори. Це явище характерно для нафтопродуктів, які представляють собою малоконцентровані суспензії. Можливі наступні види фільтрації (рис. 2.4): з повним закупорюванням пор, з поступовим закупорюванням кожної пори багатьма твердими частками, з утворенням осаду та проміжний.

Фільтрація з повним закупорюванням пор на практиці зустрічається рідко

В процесах фільтрації нафтопродуктів з поступовим закупорюванням пор, їх радіус постійно зменшується. Тому, при фільтрації нафтопродуктів з поступовим закупорюванням пор загальний опір фільтра менш інтенсивний, ніж в процесах фільтрації з повним закупорюванням пор. В процесах фільтрації нафтопродуктів з утворенням осаду швидкість фільтрації залежить від опору шару осаду та фільтруючої перегородки. Дослідженнями

встановлено, що при фільтрації нафтопродуктів з утворенням осаду підвищення загального опору при збільшенні кількості фільтрату залишається постійним[48].

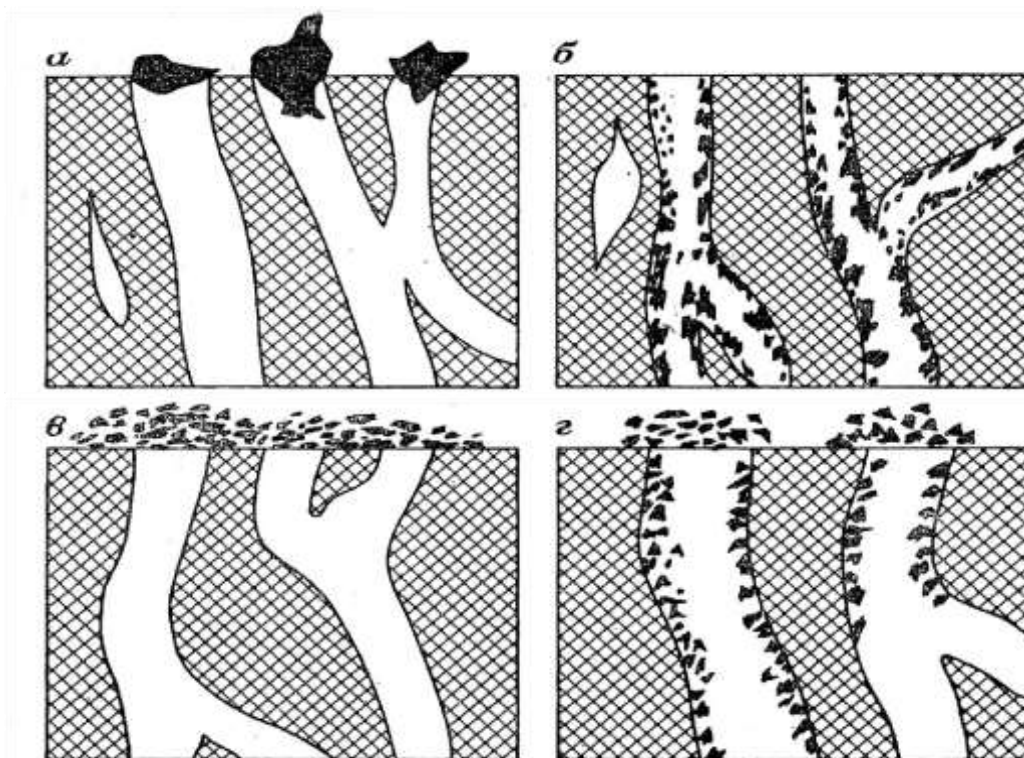


Рис. 2.4 Види фільтрації:

а – з повним закупорюванням пор; б - з поступовим закупорюванням кожної пори багатьма твердими частками; в - з утворенням осаду; г – проміжний.

Фільтрувальні матеріали (перегородки) є самою істотною частиною фільтрів. Від правильного вибору фільтрувальних матеріалів залежить продуктивність фільтрування і якість одержуваного фільтрату. Для надійного очищення нафтопродукти повинні фільтруватися через перегородки: фільтруючу, на якій затримуються тверді частки; коагулюючу, на якій краплі коалесціюють; водовідштовхувальну для відділення вільної води від палив і олив[49].

Фільтрувальні матеріали повинні задовольняти наступним вимогам:

— надійно затримувати можливо більшу кількість твердих часток і диспергированої води:

- мати невеликий гідравлічний опір при максимальній питомій пропускній здатності;
- легко і багаторазово регенеруватися від забруднень;
- не змінювати фізико-хімічних, механічних властивостей і геометричних розмірів при контакті з продуктами, які очищують, та при впливі ударних, теплових і вібраційних навантажень;
- мати високий ресурс роботи;
- не електризувати продукт, який очищається;
- після використання легко утилізуватися без забруднення зовнішнього середовища;
- мати добрі технологічні і конструктивні властивості:
- легко гофруватися, склеюватися та ін ;
- бути дешевими, з доступною сировинною базою.

**Відгін пального.** При регенерації відпрацьованих олив із двигунів внутрішнього згоряння, крім видалення продуктів старіння, необхідний також відгін пального, без чого неможливо отримати оливи з первісними в'язкістю та температурою спалаху. Процес заснований на різниці температур кипіння палива та оливи. При нагріванні відпрацьованої оливи в першу черга з нього випаровується паливо, оскільки температура його кипіння значно нижче температури кипіння оливи[50].

**Промивка водою.** Відпрацьовані оливи промивають водою для видалення з них кислих продуктів - водорозчинних низькомолекулярних кислот, а також мил - солей органічних кислот, розчинних у воді. Крім того вода здатна викликати набухання, а в деяких випадках коагуляцію диспергованого шламу. Вода з розчинними в ній кислотами може бути відділена от оливи сепарацією при підігріві до температури біля 60 градусів. Для цієї мети як правило застосовують сепаратори з деякими спеціальними заходами як то баки-мішалки, діафрагмені змішувачі і т.і.

Метод промивання водою, як такий, що не змінює хімічної природи ПММ, рідко може виявитись придатним для повного відновлення якості відпрацьованих олив при глибокому їх старінні, тому частіше таким способом користуються для очистки олив в процесі експлуатації (особливо для турбінних олив).

Серед різних продуктів окислення, що утворюються в оливі в процесі експлуатації, найкраще розчиняються у воді низькомолекулярні органічні карбонові і дикарбонові кислоти. Розчинність цих кислот у воді робить їх особливо небезпечними з точки зору корозії конструкційних матеріалів, з іншого боку це дає можливість повного їх видалення з ПММ розчиненням у воді з подальшою сепарацією.

### **2.3 Фізико-хімічні методи (коагуляція та адсорбція)**

**Коагуляція.** У даний час коагуляція служить основним методом для поліпшення фільтрації «нефільтрованих» олив, а також для видалення з продуктів окислення і тих смолистих та асфальтових речовин, які поряд з механічними домішками та спрацьованими елементами присадки знаходяться в оливі у зваженому (близькому до колоїдного) стані і не можуть бути видалено за допомогою фізичних методів. Коагуляція – явище злипання та збільшення частинок колоїдної системи з утворенням пухких агрегатів Коагуляцію можуть викликати: введення в колоїдну систему різних за своєю природі агентів (додавання електролітів та неелектролітів); механічний вплив (перемішування чи струшування); нагрівання або, навпаки, сильне охолодження, пропускання електричного струму та, нарешті, дія променевої енергії[51]. У всіх випадках причиною коагуляції є зменшення зв'язку частинок з навколишнім дисперсійним середовищем. Для регенерації олив, що особливо не фільтруються, як коагулятори використовують різні синтетичні миючі засоби, поверхнево-активні речовини.

Речовини, які застосовуються для коагуляції, можна розділити на чотири типи:

1. Електроліти – кальцинована сода, тринатрійфосфат тощо; їх дія заснована на створенні подвійного електричного шару на поверхні частинок.
2. Іоногенні ПАР з активним органічним катіоном або аніоном (Органічні електроліти);
3. Неіоногенні ПАР (неелектроліти);
4. Поверхнево-активні колоїди та гідрофільні високомолекулярні сполуки.

Ефективними коагуляторами є:

- 1) Сірчана кислота;
- 2) Кальцинована сода;
- 3) Тринатрійфосфат;
- 4) Миюча речовина НП-5;
- 5) Миючі препарати типу МЛ.

Технологія коагуляції здійснюється у такий спосіб. Оливу нагрівають до 75-90 ° С і обробляють при перемішуванні протягом 20-30 хвилин 10%-м водним розчином кальцинованої соди, тринатрійфосфату або препаратами типу НП або МЛ, після чого воно відстоюється протягом необхідного часу (до 48 годин). Після спуску відстою олива подається на відповідну установку для подальшої регенерації за прийнятою технологічної схеми. Як правило, це схема олива - глина - вода[52].

**Адсорбція** – це процес концентрування речовин на поверхні адсорбенту. Застосування адсорбентів у процесах регенерації оливи засноване на їх здатності утримувати на своїй поверхні значні кількості смолисто-асфальтенових речовин, кислотних сполук, ефірів та інші продуктів старіння. При обробці адсорбентами може відбуватися і хімічна взаємодія між різними кисневмісними сполуками продуктів старіння оливи та адсорбентом.

Високий ефект очищення при вмілому використанні адсорбентів та

порівняльна простота всіх операцій дають можливість використовувати цей метод відновлення більшості відпрацьованих олив.

Як адсорбенти застосовують силікагель (гідрат кремнієвої кислоти, аморфний кремнезем), окис алюмінію, алюмосилікатний каталізатор, відбілюючі глини (найбільше застосування вони: все штучно приготовлені адсорбенти дефіцитні і дорого коштують, а це природний адсорбент, дешевий і доступний, що має досить високу адсорбційною здатністю. За хімічним складом – гідросилікати алюмінію з помітним вмістом окису заліза та невеликим вмістом окисів лужноземельних металів і лугів), газоподібний аміак, кальцинована сода.

#### **2.4 Хімічні методи (сірчаноокислотне та лужне очищення)**

**Сірчаноокислотне очищення.** Це - найстаріший і досі застосовуваний у ряді підприємств нафтової промисловості метод видалення з оливних дистилятів асфальто-смолистих речовин, кисневмісних та сірковмісних сполук та інших небажаних домішок. При очищенні нафтопродуктів утворюються дві рідкі фази - верхній та нижній шари: верхній – кисла олива, що складається з вуглеводнів, вільної сірчаної кислоти та сульфосполук; нижній - кислий гудрон, що складається з вільної сірчаної кислоти, сульфосполук та асфальто-смолистих речовин. Сірчана кислота як хімічний реагент насамперед діє більш реакційні речовини, що знаходяться у відпрацьованій оливі, такі як смоли та асфальтени, карбонові та оксикислоти, феноли та інші продукти окиснення[54]. Під дією сірчаної кислоти частина нейтральних смол полімеризується з утворенням асфальтенів та сульфоокислот. Деяка частина асфальтен розчиняється в сірчаній кислоті. Основна ж їхня частина ущільнюється з утворенням кислого гудрону - важкого в'язкого осаду. При очищенні відпрацьованих олив сірчана кислота видаляє з них ненасичені вуглеводні, асфальто-смолисті сполуки та деякі інші продукти старіння. Усі шкідливі речовини, крім органічних кислот,



видаляються з відпрацьованих олив з кислим гудроном, основна ж частина вуглеводнів оливи залишається майже без зміни.

**Лужне очищення.** Може бути завершальним етапом після сірнокислотного очищення, початковим етапом лужно-земельного очищення, а також самостійним процесом при регенерації ВО, для лужного очищення зазвичай застосовують каустичну соду, кальциновану соду і тринатрійфосфат. В результаті утворюються натрієві солі (мила), які легко переходять у водний лужний розчин. Мила добре розчиняються у воді, особливо гарячою. Відстій оливи після лужного очищення є обов'язковою операцією. При цьому спускають лужні відходи, що відстоялися, а залишилися в оливі (в основному у зваженому стані) мила видаляють шляхом промивання гарячою водою[53].

## 2.5 Висновки до Розділу 2

З літератури відомі різні методи відновлення якості ВО, які можна розділити на фізичні, фізико-хімічні і хімічні.

Фізичні методи дозволяють видаляти з олив тверді частинки забруднень, мікрокраплини води, частково - смолисті і коксоутворюючі речовини, легко киплячі домішки. Це такі методи, як відстоювання, фільтрація та центрифугування.

До фізико-хімічних методів, які ефективно застосовують в регенерації олив, належать коагуляція, адсорбція і селективне очищення. Ці методи дозволяють видалити кисневі, сірчисті і азотні сполуки, що забруднюють оливи, а також поліциклічні вуглеводні з короткими бічними ланцюгами, смолисто-асфальтенові речовини.

Хімічні методи очищення засновані на реакціях забруднюючих олив речовин з реагентами, які вводяться в оливи. При цьому в результаті хімічної взаємодії утворюються сполуки, які легко видаляються з оливи. До найбільш поширених хімічних методів очищення відносяться кислотне і лужне

очищення, гідрогенізація, а також видалення забруднень за допомогою оксидів, карбідів і гідридів металів.

Жоден з методів не може в повній мірі вирішити задачу очистки ВО зі складними забрудненнями, тому на практиці зазвичай застосовують комбіновані методи, і саме такий підхід дозволяє отримати регенеровану оливу високої якості.

## РОЗДІЛ 3

### КОМБІНОВАНІ МЕТОДИ РЕГЕНЕРАЦІЇ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ОЛИВ

#### 3.1. Основі схеми регенерації відпрацьованих олив

Основні методи регенерації відпрацьованих олив не можуть бути застосовані окремо, і практично часто доводиться вдаватися до різних комбінацій способів, щоб забезпечити досягнення більш високого ефекту очищення. Наприклад, обробка оливи сірчаною кислотою не може проводитися самостійно, а також бути завершальною стадією регенерації: очищене цим методом кисла олива при найретельнішому відстоюванні все ж містить деяку кількість неприпустимих в умовах експлуатації речовин, що підлягають нейтралізації та видаленню. Отже, обробку відпрацьованої оливи сірчаною кислотою треба поєднувати з подальшою обробкою лугом або відбілюючою глиною. Обробка лугом неможлива без подальших промивок для видалення з оливи утворюючих мил, а контактування – без завершальної фільтрації для відділення від оливи відпрацьованої глини. При виборі методу регенерації чи комбінації методів необхідно враховувати характер і природу продуктів старіння відпрацьованих олив та вимоги до регенерованих олій, а також кількості відпрацьованих олив, що збираються. Маючи в своєму розпорядженні ці дані, можна визначити, які фізико-хімічні властивості оливи вимагають виправлення та, отже, вибрати відповідний спосіб його відновлення[55].

Основні схеми регенерації різних відпрацьованих олив залежно від сорту, ступеня та характеру їх забруднення, а також від подальшого призначення регенерованих олив застосовуються на практиці зазвичай у наступних поєднаннях:

- а) відстоювання та фільтрація;

- б) відстоювання, зневоднення та фільтрація;
- в) відстоювання, обробка адсорбентами та фільтрація, у тому числі з відгоном води;
- г) відстоювання, відгін пального, обробка адсорбентом та фільтрація;
- д) відстоювання, обробка адсорбентом, відгін пального та фільтрація;
- е) відстоювання, обробка ПАР, відгін пального, обробка адсорбентом та фільтрація;
- ж) відстоювання, обробка ПАР, адсорбентом, відгін пального та фільтрація;
- з) відстоювання, обробка лугом (або іншими лужними реагентами), адсорбентом та фільтрація;
- і) відстоювання, обробка кислотою, адсорбентом та фільтрація;
- к) відстоювання, обробка кислотою, лугом, адсорбентом та фільтрація;
- л) відстоювання, обробка кислотою, лугом, відгін пального, обробка адсорбентом та фільтрація;
- м) відстоювання, відгін пального, обробка кислотою, адсорбентом та фільтрація.

Обов'язковою стадією кожного способу регенерації є попереднє відстоювання оливи від домішок та води[57].

Комбінація методів очищення вибирається з врахуванням загального складу оливи, характеру забруднення та необхідного ступеня очищення. Як правило, в першу чергу проводиться очистка від найбільш великих забруднень і таких, які легко відокремити, після чого застосовуються методи тонкого очищення і доочищення.

### **3.2 Запропоновані варіанти регенерації ВО**

Загальна технологічна схема складається з наступної послідовності методів: фізичний (видалення вільної води і твердих забруднень); теплофізичний (випаровування, вакуумна перегонка); фізико-хімічний

(коагуляція, адсорбція); хімічний (обробка необхідними реагентами). Залежно від технології регенерації відпрацьованих олив, які містять близько 2-4 % твердих домішок і води, і до 10 % палива, середній вихід регенованої оливи складає 70- 85 %.

В роботі розглянуті сучасні комплексні методи регенерації олив, які є ефективними для відновлення якості відпрацьованих моторних олив (ВМО).

Перша схема (рис. 3.1) включає стадії коагуляції, адсорбційного очищення, центрифугування, відстоювання та відгону палива. Початкові стадії в цій схемі – коагуляція, центрифугування та відстоювання, які дозволяють отримати очищену ВМО з вмістом води 1 %. Застосування коагулянту на початку процесу дозволяє швидше і повніше видалити частинки забруднень, які знаходяться в колоїдному або дрібнодисперсному стані. Наступна стадія - адсорбційне очищення, де одночасно відбувається доочищення ВМО від води (до 0,1 %) і механічних домішок, а також смол та асфальтенів. В якості сорбента використовується активований бентоніт – глинистий природний сорбент.

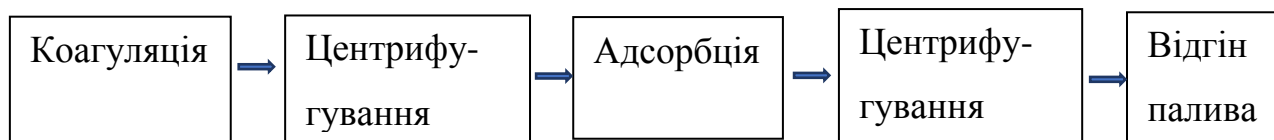


Рис. 3.1. Схема регенерації олив з застосуванням процесів коагуляції і адсорбції

В цій схемі процес центрифугування застосовується і після коагуляції, і після адсорбційного очищення ВМО: в першому випадку це прискорює процес очищення від механічних домішок і води, а в другому - від адсорбента і залишкової води, яка адсорбована на бентоніті.

Для отримання регенованої оливи кращої якості, яка відповідає нормованим показникам, на завершальній стадії процесу проводиться відгін паливних фракцій в ректифікаційній колоні; при цьому одержують бензинову

фракцію, яка википає при температурах 50–215 °С, і дизельну фракцію (температури 180–350 °С). Позитивні сторони цієї схеми – енергоощадність (процеси відбуваються при температурах до 60 °С) і екологічність - не застосовуються селективні розчинники, хімічні реагенти, а відпрацьований сорбент відправляється на утилізацію.

Для регенерації ВМО гарні результати показала комплексна схема, в якій замість сірчаної кислоти використовується сумішшю поверхнево-активних речовин та кислого реагента-замінника (рис. 3.2). Схема складається зі стадій: нагрівання ВМО і перемішування з сумішшю реагентів (ПАР + замінник сірчаної кислоти), фільтрація через селективний фільтр або центрифугування. Вихід очищеного продукту при використанні такої схеми складає для моторної оливи близько 85-90 %.

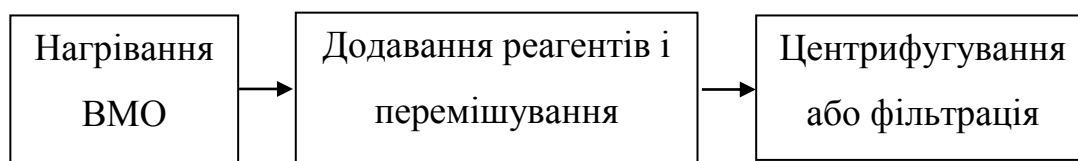


Рис.3.2. Схема регенерації оливи з використанням замінників сірчаної кислоти

Позитивні сторони цієї схеми – для відновлення якості ВМО застосовані фізико-хімічні методи з використанням сучасних поверхнево-активних речовин, також замість центрифугування можна використовувати селективний фільтр зі спіненого металу – газару на основі міді. В цій схемі не утворюються продукти чи відпрацьовані матеріали, які потребують утилізації.

Таким чином, розглянувши екологічні небезпеки, які створюють відпрацьовані мастильні матеріали, якщо вони зливаються в водойми або скидаються у відвали, можна дійти однозначного висновку про доцільність їх регенерації з повторним поверненням в експлуатацію, при цьому можливі різноманітні способи і схеми відновлення їх якості. Беручи до уваги великий

асортимент олив і широкий спектр їх можливих забруднень, які визначаються галузями і механізмами, в яких експлуатуються оливи, стає зрозумілим актуальність питання створення сучасних методів регенерації, які поєднують в собі простоту, ефективність, економічність і екологічність процесів[57].

Так ще авторами роботи [34] запропоновано кілька технологій регенерації відпрацьованих олив використовуючи комбінування наведених вище методів:

1. Відпрацьовану оливу, попередньо нагріту до температури 100°C, піддають попередньому відгону води та легких фракцій при температурі 100°C тиском 25 мм рт. ст., потім продукт направляють на екстракцію сумішшю пропан-бутан (70% пропану, 30% н-бутану) при температурі 90°C, тиску 32 кгс/см<sup>2</sup>, співвідношенні розчинник/олива 8:1. Екстраговану оливу піддають вакуумної дистиляції в тонкоплівковому випарнику при температурі 320°C та тиску 5 мм рт. ст. Далі оливу піддають гідроочищення на алюмонікелевому каталізаторі при 320°C і тиску 30 атм.

Отримувана базова олива через високу температуру застигання, низького індексу в'язкості вимагає введення значної кількості присадок – до 15%

2. Відпрацьовану оливу, попередньо нагріту до температури 100°C, піддають попередньому відгону води та легких фракцій при температурі 100°C та тиск 25 мм рт. ст., потім продукт направляють на екстракцію сумішшю пропан-бутан (70% пропану, 30% н-бутану) при температурі 92°C, тиску 35 кгс/см<sup>2</sup>, співвідношенні розчинник/олива 8:1. Отримана екстрагована олива при досить високій в'язкості та індексі в'язкості, низької температури застигання має низьку температуру спалаху і незадовільну кольоровість.

3. Відпрацьовану оливу, попередньо нагріту до температури 100°C, піддають попередньому відгону води та легких вуглеводневих бензинових фракцій при температурі 100°C тиску 25 мм рт. ст., потім проводять

видалення газойлевих фракцій у насадному евапараторі при температурі 250°C та тиску 10 мм рт. ст. Екстракцію чистих оливних фракцій проводять сумішшю пропан-бутан (70% пропану, 30% Н-бутану) при температурі 92°C, тиску 35 кгс/см<sup>2</sup>, співвідношенні розчинник/олива 8:1 з рециркуляцією до 50% смолисто-асфальтенових сполук у верхню частину колони. Отримана регенерована олива має більш високу в'язкість, індексом в'язкості, нижчою температурою застигання, кращим кольором, високою температурою спалаху порівняно з екстрагованою оливою, отриманим традиційним способом екстракції.

У роботі [35] запропоновано процес регенерації відпрацьованих моторних олив (очищення від смолисто-асфальтенових речовин), що складається з двох стадій: коагуляції та мікрофільтрації з використанням тонкопористих мікрофільтраційних мембран. Спочатку відпрацьована моторна олива піддавалася коагуляції в лабораторному реакторі з мішалкою при температурі 80°C і концентрації коагулянту 10% об'ємних (суміш моноетаноламіну: ізопропанол = 2:1) протягом 60 хвилин з наступним поділом на лабораторній центрифуги протягом 30 хвилин при факторі поділу, що дорівнює 10000. Таким чином, було отримано «вихідну» оливу, яка надалі піддавалася мембранному поділу на оливу та смолисто-асфальтенові речовини на лабораторному стенді, представленому на рис. 3.3.

Відомий спосіб регенерації відпрацьованих олив шляхом нагрівання, фільтрації та центрифугування. Після фільтрації оливу піддають очищенню лугом і обробці природним адсорбентом, і після центрифугування оливи додатково видаляють механічні домішки, воду та легкі вуглеводні з подальшим очищенням оливи в електрогідроциклоні та адсорбер з використанням природного адсорбенту [36].



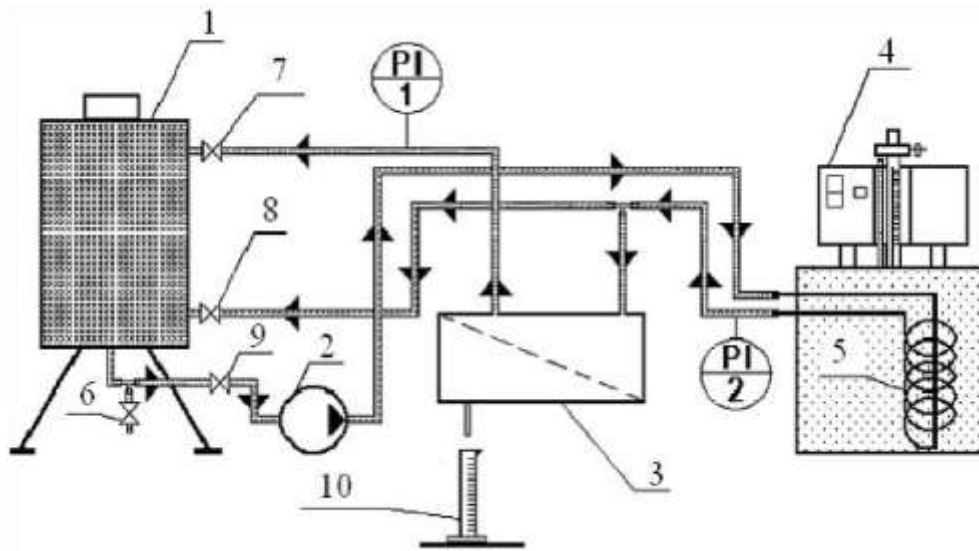


Рис.3.3. – Схема лабораторної установки мембранного поділу:

1 – вихідна ємність; 2 – насос; 3 – проточний мембранний осередок; 4 – термостат; 5 – змійниковий теплообмінник; 6, 7, 8, 9 – крани; 10 – мірний циліндр для збору пермеату

Можливе очищення відпрацьованої моторної оливи шляхом фільтрації нагрітої оливи, відділення води та центрифугування, з додаванням деемульгатора до та після центрифугування, з подальшим охолодженням суміші до температури 50-75°C та впливом електричного поля в дві щаблі з напруженістю 35-50 кВ/см на першому ступені і спадним по напруженості полем від 10-15 до 3-5 кВ/см на другому ступені при сумарному часу впливу електричного поля 45 – 300 с [37].

Спосіб регенерації відпрацьованих промислових олив (див. рис. 3.4), представлений у роботі [38], включає попереднє очищення від грубих механічних домішок з подальшою подачею з ємності 4 насосом 5 через теплообмінник 6, де оливу попередньо нагрівають насиченим водяним паром (до 120°C) і направляють у плівковий випарник 1.

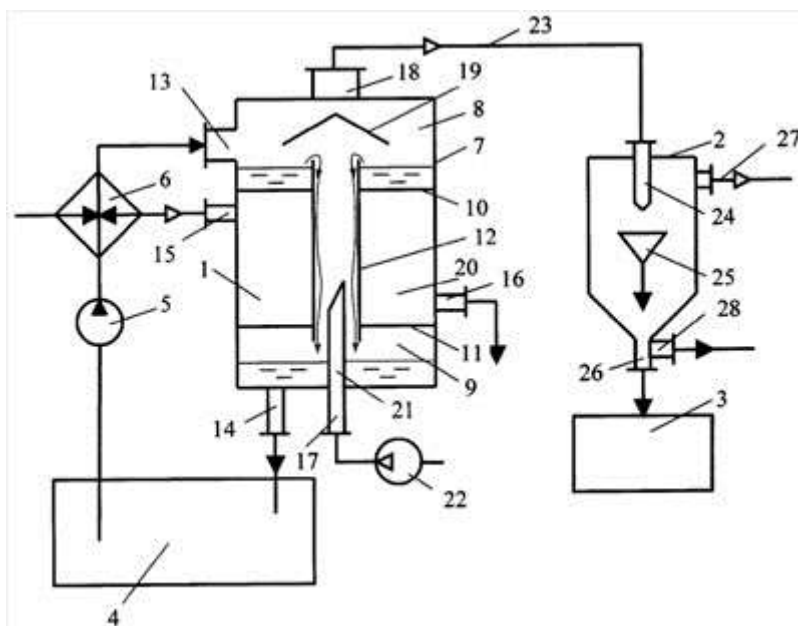


Рис. 3.4 - Схема регенерації відпрацьованих моторних олиव

У плівковому випарнику 1 гаряча олива, що накопичилася у верхньому секторі 8 кожуха 7, стікає у вигляді плівки вниз внутрішньої поверхні труби 12 (або пучка труб із насадкою, як варіант). Олива, що не випарувалася, накопичується в нижньому секторі 9 кожуха плівкового випарника 1 і потім повертається через штуцер 14 в ємність 4. Зовнішню поверхню труби 12 (або пучка труб) нагрівають насиченою водяною парою, що подається з теплообмінника 6 через штуцер 15 міжтрубний простір. Водяна пара конденсується, віддаючи тепло через стінки труби 12 плівці оливи, і видаляється через штуцер 16. Гаряча плівка оливи, що випаровується, стікає зверху вниз протитечією течії холодного повітря, яке подають через штуцер 17 труби 21 вентилятором високого тиску 22 у внутрішньотрубний простір 20 плівкового випарника.

При взаємодії парів оливи та холодного повітря відбувається об'ємна конденсація парів оливи з утворенням оливного туману. Оливний туман виводиться потоком повітря через штуцер 18 з плівкового випарника 1 і направляється в оливовивід - імпактор 2. В оливовиводі - імпакторі 2 проводиться виділення оливи з потоку оливного туману. Це виконується

наступним чином. Оливний туман, що надійшов у перше сопло 24 оливовиводу - імпактор 2, розширюється в соплі, краплі оливи збільшуються внаслідок зниження тиску в соплі і набувають значної кінетичної енергії. Потім потік оливного туману стискається шляхом удару по заслінку 25, при цьому кінетична енергія крапель перетворюється на потенційну енергію, а тиск потоку набуває максимального значення, в результаті чого краплі оливи виділяються з потоку туману, потім потік оливного туману з більшою швидкістю розширюється в наступному соплі та стискається на наступній заслінці, подальше розширення та стиск оливного туману відбувається з більш високою швидкістю на наступних парах «сопложаслінка», внаслідок зменшення їх геометричних розмірів. Що виділилося олива стікає в збірку чистої оливи 3 через штуцер 26. Суміш легкокиплячих фракцій виводиться з корпусу оливовивід - імпактора 2 через штуцер 27, а солярова олива видаляється через штуцер 28.

Розглядаючи існуючі сьогодні методи регенерації відпрацьованих моторних олив, відзначимо, що в більшості застосовуваних технологій, так чи інакше, впливає на присадки, що знаходяться у складі оливи, що, безсумнівно, призводить до видалення їх зі складу регенованої оливи.

Так, наприклад, при кислотно-контактному очищенні оливи сірчаною кислотою поряд з руйнуванням смолисто-асфальтових та ненасичених сполук з оливи видаляються всі лужні, мийно-диспергуючі присадки [59].

Застосування промислових центрифуг призводить до видалення з оливи присадок, що адсорбуються на частинках забруднень. Використовуючи фільтруюче обладнання, що дозволяє фільтрувати на молекулярному рівні через спеціальні мембрани, поряд із забрудненнями можна видалити з оливи та частину високомолекулярних в'язкісних присадок [60]. Регенована олія, незалежно від технологічної схеми регенерації, містить у своєму складі значно меншу кількість присадок, ніж вихідна олива (див. рис. 3.5).

Для вивчення залишкового потенціалу присадок регенованої оливи у лабораторних умовах було здійснено регенерацію двох проб відпрацьованих моторних олив вітчизняного виробництва (SAE 15W-40 та SAE 10W-40) та проби оливи іноземного виробництва (SAE 15W-40), з наступним визначенням деяких фізико-хімічних показників якості регенованої оливи (див. табл. 3.1). Регеновані проби пройшли стадію попередньої підготовки у вигляді відстоювання при температурі 60 °С, після чого піддавалися послідовно вакуумної та атмосферної перегонки. При атмосферній перегонці з вакуумного дистиляту була видалена вода та паливні фракції, частина яких перейшла з відпрацьованих олив, а частина утворилася при незначному розкладанні частини вуглеводнів базової оливи.

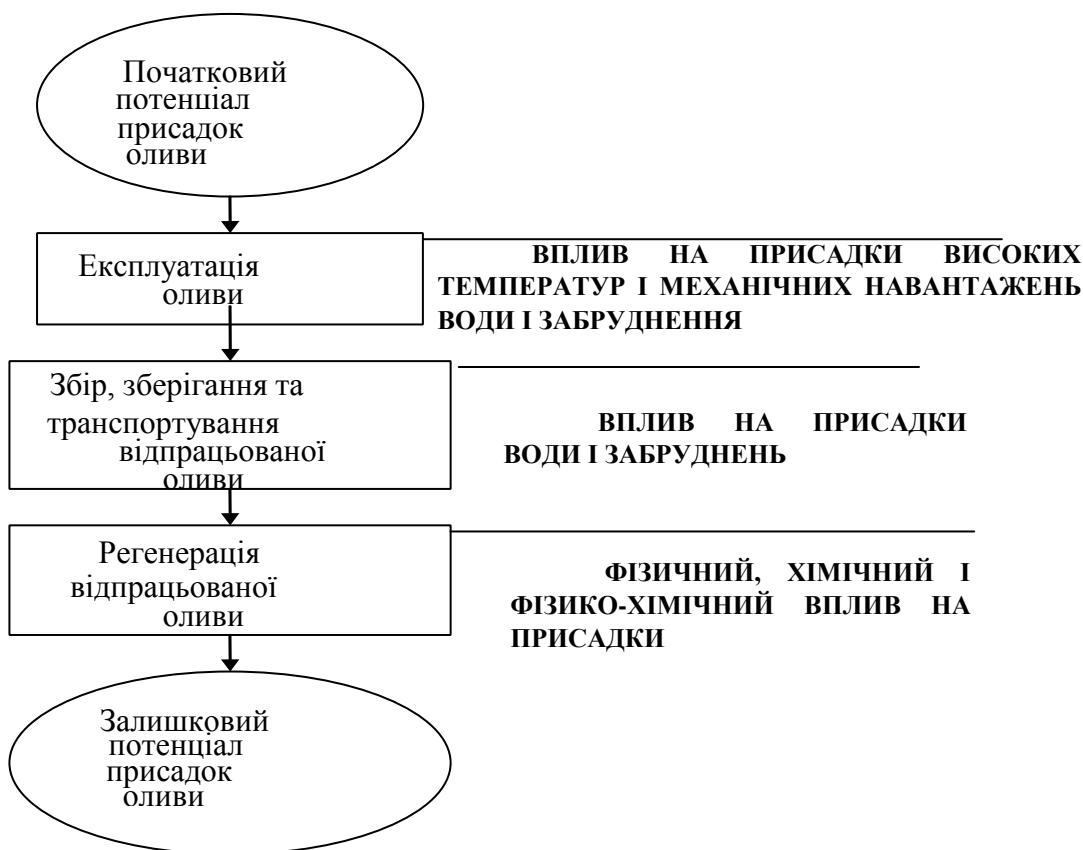


Рис. 3.5- Схема вичерпування вихідного потенціалу присадок оливи

При виконанні перевірки якості регенованої оливи стандартними методами доцільно додатково визначати його диспергуючу-стабілізаційну здатність ДСЗ, яка призначена для орієнтовної оцінки наявності в оливи присадок, що диспергують [58]. З метою реалізації даного методу в

регенеровані оливи штучно вводилися частинки забруднень у вигляді термічної сажі, яка вводилася в оливи невеликими порціями з подальшим диспергуванням ультразвуком частотою 20 - 50 кГц протягом 2 - 3 год, після чого визначався показник ДСЗ (Див. табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Результати лабораторних досліджень

Найменування показника	SAE 15W-40		SAE10W-40		SAE15W-40	
	Чист.	Рег.	Чист.	Рег.	Чист.	Рег.
В'язкість кінематична при 100 ° С, мм <sup>2</sup> /с	14,15	5,50	12,59	5,10	13,28	5,38
Індекс в'язкості	128	91	140	90	138	127
Зольність сульфатна, % (мас.)	1,22	0,003	1,28	0,007	1,18	0,006
Лужне число, мг КОН/г	8,34	0,1	9,00	0,05	9,52	0,15
Температура застигання, °С	-32	-15	-35	-19	-35	-19
Температура спалаху, °С	220	215	221	218	223	220
ДСЗ, од.	1,0	0,50	1,0	0,44	1,0	0,59

Отримані дані показали, що через різке зниження кінематичної в'язкості регенованої оливи (в середньому на 7–8 мм<sup>2</sup>/с) можна стверджувати про видалення з його складу в'язкісних присадок (поліізобутилен, поліметакрилати, поліалкілстироли і т.д.).

Помітне погіршення в'язкісно-температурних властивостей регенованої вітчизняної оливи SAE 15W-40 та SAE10W-40, виражене індексом в'язкості (зниження від 128 до 91 і від 140 до 90 відповідно) та температурою застигання (підвищення на 13-16 ° C), свідчить про відсутність у складі оливо депресорних присадок (поліметакрилат). У регенованій оливі SAE 15W-40 імпортного виробництва зберігається високе значення індексу в'язкості, що дорівнює 127 од., що свідчить про високу якість базової оливи. Водночас суттєво підвищується температура застигання оливи (від -35 до -19 ° C). Величина сульфатної золи, що дорівнює 0,003–0,007, показує відсутність у регенованих оливах металовмісних присадок, а саме: миючих присадок (алкіл(арил)-сульфонати, -фосфонати металів), антиокислювальних та антикорозійних присадок (діалкілдітіофосфат та дитіокарбамат цинку), протизносних присадок (дітіофосфати металів), антифрикційних присадок (дисульфід та дитіофосфати молібдену). На відсутність миючих присадок вказує і низьке лужне число регенованої оливи (в середньому до 0,1 мг КОН/г).

Зазначимо, що в регенованих моторних оливах зберігається частина диспергуючих присадок (сукциніміди) в середньому до 40-50% від їх вихідного потенціалу та протипінні присадки (полісилоксани), про що свідчило відсутність спінювання випробуваних проб оливо за їх нагрівання до високих температур (220 ° C).

На більшості установок з регенерації відпрацьованих оливо відбувається просте видалення з них механічних домішок та води, що не завжди може відновити початкові властивості оливи. Тому більше глибока регенерація оливо відбувається з використанням вакууму, що, у свою чергу, призводить до збільшення собівартості регенованої оливи.

### **Світові тенденції регенерації оливо**

Для очищення відпрацьованих оливо використовується система Aguanetics Inc (США) на великій стаціонарній установці, забезпечуючи тонке фільтрування у поєднанні з низькотемпературним вакуумом.

Цікавий спосіб регенерації відпрацьованих моторних оливо, включає подачу відпрацьованої оливи з живильної ємності в установку, де олива, що регенерується, попередньо перетворюють на парооливну емульсію і потім розпилюють в вакуумній дистиляційній колоні, що обігрівається, якої легкокиплячі компоненти у вигляді парової фази направляють у теплообмінник і виводять із установки. Очищене від легкокиплячих фракцій олива виводяться у вигляді рідкої фази, перетворюють на парооливну емульсію та потім розпилюють в вакуумній дистиляційній колоні, що обігрівається, якої регенерована олива у вигляді парової фази направляють у теплообмінник і виводять із установки у вигляді рідкої фази. Мінеральні домішки та висококиплячі компоненти виводять у вигляді кубового залишку. Установка включає принаймні один вузол вакуумної дистиляції, який має емульсійну камеру, вхід в яку з'єднаний з лінією для подачі оливи, що регенерується, а вихід з емульсійної камери з'єднаний з пристроєм для розпилення паромасляної емульсії, розташованим у вакуумній дистиляційній колоні, яка з'єднана лінією відведення пароподібних компонентів із теплообмінником, приєднаним до збірки дистильованих фракцій та вакуумного насоса.

Установка фірми "Booth Oil" (США) реалізує технологію регенерації відпрацьованих моторних оливо у тонко-плівковому випарнику (ТПВ) за схемою: відділення твердих частинок на сітчастому фільтрі, випаровування води, вакуумна перегонка низькокиплячих компонентів, високовакуумне плівкове випаровування оливних фракцій, адсорбційне очищення, контактне очищення оливи та фільтрація. Процес дозволяє переробити моторні та індустріальні оливи з отриманням базових компонентів, близьких по властивостям до свіжих оливо. Вихід цих компонентів становить 60-65%, загальний вихід корисних продуктів – до 95%. Залишок після ТПВ можна використовувати як паливо чи компонент асфальту.

У Німеччині фірмою «Pal Industrie Hydraulik GimbH» розроблена мобільна установка HVAC для очищення моторних оливо. Встановлення

забезпечує видалення з працюючих олив механічних домішок, вільної та емульгованої води, повітря та газів. Продуктивність установки 50-100 м<sup>3</sup>/добу.

У технологічному процесі Mohawk Lubricants, розробленому в Канаді, передбачені одноразове випаровування сировини, вакуумна перегонка, двоступінчаста перегонка в тонкоплівкових випарниках та гідроочищення з подальшою обробкою оливи гідроксидом натрію. Кінцевий продукт майже ідентичний свіжій оливі. Використовується як компонент моторних, індустріальних та гідравлічних олив.

Для переробки відпрацьованих моторних олив, відновити якість яких відомими методами неможливо, розроблено процес компанії «MOR» (Великобританія). З відпрацьованих олив попередньо відганяють паливні фракції, потім оливу підігрівають до 300 °С подають у ТПВ. Регулювання температури в випарнику дає можливість переробляти сировину різного рівня якості, при цьому можливе змішування кінцевих продуктів із базовими oliвами. Процес "MOR" не дає димових викидів в атмосферу, а побічні продукти регенерації повністю очищаються від токсичних речовин.

Цікава система повторного очищення VAXON (Данія) мастильних та індустріальних олив. Процес здійснюється з використанням вакуумних циклонних випарників з подальшою обробкою хімікатами (їдкий натрій). При цьому видаляються важкі забруднення, вода, паливні фракції, асфальтосмолисті сполуки. Кінцевий продукт використовується як оливова основа. Побічні продукти використовуються як паливо, а також в будівництві. Установка є 2 модулями для спрощення транспортування з габаритами 12000x4000x3000 та продуктивністю 6 т/год (42 тис. т/р). Однак дана установка використовується стаціонарно, тому що для невеликих країн найвигідніша централізована регенерація [54].

### **3.3 Висновки до Розділу 3**



Щоб забезпечити більшого ефекту очищення, вдаються до комбінованих методів регенерації. Розглянуто схеми регенерації ВО що включають в себе коагуляцію, адсорбційне очищення, центрифугування, відстоювання, відгін палива, вакуумна дистиляція, гідроочищення, екстракція, рециркуляція, мембранний поділ і тд.

Описані методи регенерації можна 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 тощо. Тому для регенерації олив безпосередньо в експлуатуючих підприємствах необхідно розробити екологічні, безпечні, малоенергоємні та ефективні установки, що забезпечують якісну регенерацію олив у межах норм споживання одного або декількох підприємств.

## РОЗДІЛ 4

### “ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА”

#### **4.1 Забруднення навколишнього середовища відпрацьованими оливами**

Відпрацьовані оливи відносять до шкідливих джерел забруднення природного середовища. Україна використовує більше 1 млн. т/рік свіжих олив. Офіційно збирають близько 500 тис. т/рік відпрацьованих нафтопродуктів, тобто наша країна має фактичний запас сировини орієнтовно однаковий однотипному запасу Німеччини 660 тис. т/рік. Проте, в Україні 90% обсягів цієї сировини викидається у природне довкілля або використовується недбало та недостатньо. Це несе негативний вплив на навколишнє довкілля – атмосферу, ґрунти та воду. У моторні оливи постійно додають з кожним роком більшу кількість поліфункціональних присадок, щоб підвищити експлуатаційні характеристики та підвищити період застосування мастильних олив, що в свою чергу спричиняє нагромадження у відпрацьованих моторних оливах (ВМО) сполук, які мають токсичний вплив на природне середовище. У ВМО розпізнано більше 140 видів канцерогенних поліциклічних вуглеводнів (КПВ). Чим більший термін використання олив, тим більша кількість цих сполук накопичується. Так, для легкових карбюраторних автомобілів середнє збільшення кількості КПВ з 4 - 7 кільцями складає 26,8 мг/кг на 1000 км пробігу. Через 10-15 тис. км пробігу у відпрацьованій оливі міститься від 270 до 400 мг/кг КПВ, які утворюються в результаті згоряння оливи та потрапляння їх в оливу з палива.

Випаровуваність мастильних матеріалів є головним чинником забруднення атмосфери. Тенденція ВО до випаровування має залежність від хімічного та фракційного складів олив і температурного режиму роботи об'єкта, що змащується. При збільшенні вмісту низькокиплячих фракцій в оливі і підвищенні робочої температури, збільшується втрата оливи від

випаровування. Також на це впливають особливості конструкції змащувальної системи машин і механізмів (змащування масляним туманом, розприскуванням). При утилізації ВМО як котельно-пічного палива, а також при спалюванні їх з метою утилізації відбувається значне забруднення атмосфери. При спалюванні олив, утворюються шкідливі викиди, які ділять на такі групи:

1. свинець та інші метали зазвичай у відпрацьованих оливах, нарівні з рядом розчинних в оліві галогенідів свинцю з етильованого бензину;
2. інші елементи, які були виявленні у відпрацьованих оливах: сірка, азот, фосфор, хлор, бром; вони можуть бути присутніми у складі як органічних, так і неорганічних сполук;
3. поліциклічні арили, що присутні в усіх важких викопних паливах, та інші поліциклічні органічні речовини, які можуть виділятися при спалюванні відпрацьованих олив;
4. поліхлордифеніли (ПХД), якщо в процесі згорання досягається ефективне розкладання ПХД, очікуваним кінцевим продуктом є хлористий водень;
5. інші органічні сполуки, такі як розчинники, що не містять галогени, гліколіз та бензин – звичайно горючі речовини. Ряд домішок, наприклад бензин, які підвищують леткість, тиск насичених парів і температуру спалаху відпрацьованої оливи, що потребує спеціальних умов зберігання.

Також при зливно-наливних операцій, при заправці техніки, заміні оливи, а також при зборі відпрацьованих продуктів відбуваються значні втрати ВМО через витікання. При розливах ВМО на поверхню води, утворюються розводи, потім плівки, що емульгуються, через що утворюються агломерати, які повільно біорозкладаються, чим забруднюють водне середовище. Через деякий час ці плівки осідають на дно водоймищ. При попаданні ВМО в організм риб відбувається знищення тканин зябер і

кишечника, виділення слизу, порушення дихання, водного і сольового обміну.

Якщо заміна оливи відбувається кваліфіковано, то тільки мізерна частка потрапляє в природне довкілля, але все-таки частка некваліфікованого обслуговування складає за кордоном 10 - 15%. Велика кількість нерозумних автомобілістів не здають ВМО на пункти збору, а скидають їх на міські смітники, зливають у каналізацію. Основні місця накопичення цих відходів знаходиться, в більшій мірі, в місцях паркування машин, гаражах, дорожніх кюветах. Якщо порівнювати з нафтою та паливами, ВМО властива низька випаровуваність і вони набагато менше схильні до біорозкладу в ґрунті і водах. Головним чином ВМО потрапляють при витіканні і випаровуванні з наступною конденсацією, в ґрунт при всмоктуванні, а також при розливах потрапляють в поверхневі та ґрунтові води. Ключове забруднення природного довкілля відбувається по ріках. ВО разом з дощовими водами, що містять ПА, потрапляють у стоки, водоймища і донні відкладення (останнє - особливо в гирлах річки).

При потраплянні відпрацьованої моторної оливи в ґрунт відбувається окислення ґрунтів, підвищується вміст в них вуглецю. Через це уповільнюються реакції, що відбуваються в ґрунті. Також після утворення масляної плівки коріння рослин не отримує достатньої кількості води.

Існує ряд важливих проблем, до яких призводить забруднення водою моторною оливою. При потраплянні оливи на поверхні водоймищ утворюється плівка, що ускладнює процес надходження кисню, через підвищення температури води. ВМО може стати одним з найбільших джерел забруднення ґрунтових вод, оскільки літр оливи може стати джерелом масляної плями площею майже 1 га або забруднити мільйон літрів питної води.

Забруднення природного довкілля ВМО відноситься також і до підземних вод, що є головним джерелом питного водопостачання. У багатьох містах нашої держави (Полтаві, Луцьку, Херсоні, Кременчуці) та

інших наслених пунктах можна спостерігати забруднення підземних вод ВМО. В зоні дії джерел нафтохімічного забруднення розташовано більше 120 водозаборів з загальними запасами 3,8 млн м<sup>3</sup>/добу, що становить понад 25% обсягу розвіданих ресурсів. Також можна спрогнозувати «приховане» забруднення нафтопродуктами, тобто яке формально не зафіксоване на 54 водозаборах, де водоносні горизонти перекриті досить проникними піщано-глинистими породами і практично мало захищені з поверхні, проникненням нафтопродуктів у підземне середовище та їх міграція у напрямку водозабірних свердловин, внаслідок чого в недалекому майбутньому передбачається забруднення водозаборів.

## **4.2. Методи утилізації ВМО**

Питання поводження з відпрацьованими технічними мастилами (оливами) в Україні можна віднести до одних з актуальних та надважливих. Звісно, що утилізація мастила — річ доволі складна. Тобто, не кожен може нею займатись, оскільки для цього необхідна спеціальна матеріально-технічна база та дозвіл (ліцензія) від державних органів.

За законодавством України такі оливи відносяться до небезпечних відходів, поводження з якими потребує наявності відповідної ліцензії для здійснення переробки чи утилізації.

Зазначені відходи становлять серйозну небезпеку для навколишнього природного середовища. Згідно зі статистичними відомостями, в Україні збирається лише 25 % від загального обсягу споживання мастил, із яких регенерується тільки 15 %, що становить приблизно 3 % від загального обсягу споживання. В індустріально розвинених країнах частка регенованих мастил (від загального обсягу їх виробництва) становить близько 30 %. У Німеччині, Бельгії та Італії здійснюється збір та використовується близько 55 % від усього обсягу свіжих мастил.

Крім цього, в деяких країнах запроваджена практика, коли при здачі відпрацьованої оливи особа, яка його здає, отримує знижку на нове. Процес потребує законодавчого врегулювання для початку і створених умов.

У багатьох випадках діючі підприємства, що мають відповідні ліцензії на роботу з відпрацьованими оливами, здебільшого зводять свою діяльність до їх збирання. При цьому відпрацьоване мастило не утилізується і нікуди не зникає, а зі слів клієнтів найчастіше використовують для систем опалення та обігріву в приміщеннях, що теж говорить про відсутність урегульованості в даному аспекті.

Як відомо, один літр такої оливи отруює тисячі тонн ґрунтових вод та знищує наші родючі ґрунти, знижуючи їх екологічний стан та показники якості, забруднюючи важкими металами тощо.

Однією з перешкод є те, що в Україні майже не розвинені потужності, що використовують новітні технології регенерації відпрацьованих мастил, тоді як в розвинутих країнах світу регенерація мастил сягає 70%, що дає змогу повертати відпрацьовані мастила у вторинний товарообіг. В Україні жоден власник не оцінює реальний стан відпрацьованих мастил, їх залишкову ресурсну цінність і безпеку їх подальшого використання.

Нормативно — правова база, що регулює питання

В Україні створена певна нормативно — правова база, що регулює відносини у зазначеному секторі охорони довкілля, в першу чергу це:

- Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25 червня 1991 р. № 1264-XII;
- Закон України «Про відходи» від 5 березня 1998 р. № 187/98-ВР;
- Закон України «Про ліцензування певних видів господарської діяльності» від 2 березня 2015 р. № 222-VIII;
- Господарський кодекс України;
- Постанова КМУ від 17 грудня 2012 р. № 1221 «Деякі питання збирання, видалення, знешкодження та утилізації відпрацьованих мастил (олив)».

Дія Порядку № 1221 поширюється на суб'єктів господарювання всіх форм власності(п.3):

- що виробляють або ввозять на територію України моторні мастила;
- що провадять діяльність зі збирання, перевезення, зберігання, оброблення (перероблення), утилізації та/або знешкодження мастил;
- у процесі діяльності яких на території України утворюються відпрацьовані мастила;
- які надають послуги з промислової заміни мастил (олив); здійснюють заміну мастил у транспортних засобах у пунктах заміни мастил.

Таким чином, кожне підприємство має або самостійно забезпечити утилізацію відпрацьованих мастил, або ж доручити це спеціалізованим підприємствам чи сервісним службам, які здійснюють заміну мастила.

Основні способи раціональної утилізації є такими:

1) Відновлення на місці застосування: передбачає видалення забруднюючих речовин з відпрацьованої оливи і повторне використання. Хоча така форма утилізації не відновлює оливу в його початковий стан, а тільки продовжує термін її придатності.

2) Відправлення на нафтопереробний завод: передбачає використання відпрацьованої оливи або в якості сировинного матеріалу на початковій стадії процесу, або в якості коксовика для виробництва бензину та коксу.

3) Регенерація: передбачає обробку відпрацьованої оливи, видалення забруднень для використання в якості основи нової оливи. Регенерація продовжує термін придатності масляного ресурсу до нескінченності. Дана форма переробки є кращою, так як вона завершує цикл переробки шляхом повторного використання оливи для виробництва того ж продукту, яким відпрацьована олива була спочатку, і, таким чином, економить енергію і природну оливу.

4) Переробка і спалювання для отримання енергії: передбачає видалення води і частинок таким чином, щоб відпрацьовану оливу можна було спалювати, як паливо для виробництва тепла або енергопостачання

виробничих операцій. Дана форма переробки не так краща, як методи повторного використання матеріалу, оскільки вона дозволяє використовувати відпрацьовану оливу тільки один раз. Проте, в результаті виробляється цінна енергія (така ж, як при використанні стандартного топкового мазуту).

Однією із найперспективніших методів утилізації ВМО є їх регенерація для повторного використання. Регенерація олив – економічно виправдана технологія, яка дозволить зменшити екологічний вплив на навколишнє середовище, через зменшення кількості оливи, яку потрібно утилізувати.

Найбільш перспективніший спосіб з економічної та екологічної точки зору є регенерація ВМО порівнюючи з утилізацією олив шляхом термічного розкладу.

Процес регенерації дозволяє економити цінну нафтову сировину для зберігання олив, негативний вплив процесу на природне довкілля менший, ніж у випадку термокрекінгу.

#### **4.3 Висновки до Розділу 4**

Виявлено, що в оливі накопичуються асфальтено-смолисті сполуки, колоїдні частинки, кокс та сажа, різні солі, кислоти, металічна стружка та пил, волокнисті речовини і вода.

Встановлено, що ВМО, розлиті на поверхню води, утворюють розводи, потім плівки, що емульгуються, внаслідок утворюються агломерати, які повільно біорозпадаються, тим самим забруднюючи водне середовище. А після попадання відпрацьованої моторної оливи в ґрунт відбувається окислення ґрунтів, підвищується вміст в них вуглецю. До значного забруднення атмосфери веде і спалювання ВМО із метою їх знищення, а також при утилізації як котельно-пічного палива.



## РОЗДІЛ 5

### ОХОРОНА ПРАЦІ

#### 5.1 Вступ

Охорона праці - це система законодавчих, організаційно-технічних, соціально-економічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я й працездатності людини в процесі праці. Охорона праці має на меті знизити до мінімуму ймовірність поразки працюючого під дією небезпечного виробничого фактора або захворювання під дією шкідливого виробничого фактора, а також одночасно забезпечити комфортні умови при максимальній продуктивності праці. Особливо це стосується роботи в хімічній лабораторії, де існує досить значна кількість небезпечних факторів.

Тому метою цього розділу є аналіз умов праці при проведенні дослідів в робочому кабінеті, а також розроблення заходів, які спрямовані на створення умов праці, що відповідають вимогам норм і стандартів з техніки безпеки та охороні праці. Для аналізу умов праці обрана хімічна лабораторія Національного авіаційного університету кафедри хімії і хімічної технології.

#### **Аналіз умов праці**

Якісне виконання роботи залежить від робочого місця працівника, яке дає гарантію безпеки та комфорту. Для цього проводимо аналіз умов праці.

#### **Організація робочого місця**

Робоче місце — це перша ланка виробництва, зона прикладання праці одного або кількох виконавців, визначена на підставі трудових та інших чинних норм і оснащена необхідними засобами для трудової діяльності.

Лабораторія, в якій проводяться всі роботи, знаходиться на другому поверсі Кафедри хімії і хімічної технології.

Розміри хімічної лабораторії:  $L = 8$  м – довжина приміщення;  $B = 5$  м – ширина приміщення, висота  $h = 3$  м.  $S = 40$  м<sup>2</sup> – площа приміщення, загальна площа столів, шаф, приладів  $S_{\text{п}} = 19$  м<sup>2</sup>, а корисна площа  $S = S' - S_{\text{п}} = 21$  м<sup>2</sup>.

Об'єм приміщення становить  $V = Sh = 63$  м<sup>3</sup>.

В даній лабораторії знаходиться 3 робочих місця, а отже на кожного працівника: площа – 13,3 м<sup>2</sup>; висота – 3 м.

Об'єм виробничого приміщення на одного працівника має становити не менше як 15 м<sup>3</sup>, а площа — 4,6 м<sup>2</sup>. Отже, розраховані показники повністю задовольняють нормативну документацію.

### **Перелік шкідливих та небезпечних виробничих чинників**

Небезпеку представляють наступні чинники:

- присутність небезпечних речовин;
- недостатня освітленість робочої зони;
- несприятливі параметри мікроклімату;
- можливість ураження електричним струмом;
- можливість виникнення пожежі.

### **Мікроклімат виробничих приміщень**

Мікроклімат виробничих приміщень – це сукупність параметрів повітря у виробничому приміщенні, які діють на людину у процесі праці, на її робочому місці, у робочій зоні.

Оптимальні мікрокліматичні умови – це поєднання параметрів мікроклімату, які при систематичному та тривалому впливі на робітника забезпечує зберігання нормального теплового стану організму без активізації механізмів терморегуляції. Допустимі мікрокліматичні умови – це поєднання

параметрів мікроклімату, які при довготривалому та систематичному впливі на працівника можуть визвати зміну теплової рівноваги організму, що швидко проходить і повертається у норму та супроводжуються напруженою механізмом терморегуляції в рамках фізіологічної адаптації.

### **Шкідливі речовини в повітрі робочої зони**

Шкідлива речовина – це речовина, яка при контактуванні з організмом людини, якщо порушуються вимоги безпеки, може завдати виробничу травму, професійне захворювання або відхилення в стані здоров'я, які можуть виявитися як під час виконання роботи, так і у подальші терміни життя теперішніх та наступних поколінь.

Шкідливі та отруйні речовини за ступенем небезпеки та впливом на людський організм поділяються на чотири типи: I – надзвичайно небезпечні; II – високонебезпечні; III – помірно небезпечні; IV – мало небезпечні. Токсичні речовини надходять в людський організм через шкіру, дихальні шляхи та травні органи. Найбільш важлива з них рахується дихальна система. Тому в лабораторіях передбачено застосування засобів індивідуального захисту органів дихання та присутність вентиляційних пристроїв.

В ході виконання дипломної роботи використовували такі речовини: моторні оливи, толуол, сульфатна кислота.

Моторні оливи - густі, темного кольору рідини, з густиною 850 – 950 кг/м<sup>3</sup>. Гранично допустима концентрація парів моторної оливи в повітрі робочої зони – 300 мг/м<sup>3</sup>. Клас небезпеки моторної оливи - III – помірно небезпечні. Для моторних оливи характерний токсичний вплив на організм.

Толуол впливає на роботу центральної нервової системи, а також має вплив на кровоносну та інші системи організму. Найбільш типові симптоми постійного впливу розчинників на організм – це підвищена стомлюваність, погіршення пам'яті, головний біль, запаморочення, оніміння кінцівок, порушення сну, а також зміна особистості, під чим розуміють подразливість і

депресію. ГДК толуолу – 50 мг/м<sup>3</sup>. Клас небезпеки цих речовин – III.

Кислота сірчана технічна належить до найсильніших кислот, масляниста, в чистому вигляді прозора безколірна рідина без запаху. Викликає подразнення верхніх дихальних шляхів, утруднення дихання, спазми голосової щілини, печіння в очах, при більш високих концентраціях можуть з'явитися кров'яна мокрота, блювота (іноді з кров'ю), пізніше важкі запалення бронхів та легенів. Сірчана кислота токсична. По ступені впливу на організм відноситься до речовин II класу небезпеки - високонебезпечні. Гранично припустима концентрація пари сірчаної кислоти в повітрі робочої зони виробничих приміщень - 1 мг/м<sup>3</sup>.

### **Природне та штучне освітлення**

Багатоплановість впливу на працівника має освітлення робочих місць, в першу чергу на його емоційний стан, продуктивність, працездатність, мотивацію і безпеку праці. Освітленість робочих приміщень характеризують кількісні та якісні показники. Основні кількісні показники це: сила світла, яскравість, світловий потік і освітленість. До якісних показників зорових умов роботи можна віднести: фон, контраст між об'єктом і фоном, видимість. Найменша освітленість робочих поверхонь у виробничих приміщеннях регламентується ДБН В.2.5-28-2006 і визначається, в основному, характеристикою зорової роботи .

У ході дипломної роботи освітленість робочого місця відповідає таким вимогам: було достатнім (очі без напруги розрізняли прилади, речовини та інші засоби для виконання роботи); постійним за часом; рівномірно розподіленим по робочим поверхням; не викликало сліпучої дії на органи зору людини як від самого джерела світла, так і від дзеркальних поверхонь, які знаходилися у полі зору працюючого.

У приміщенні лабораторії використовується природне бічне освітлення та штучне.

Для робіт середньої точності з об'єктами розрізнення 0,5-1,0 мм КПО

при верхньому чи комбінованому освітленні 4,0% при бічному – 1,5%. Для штучного освітлення при системі комбінованого освітлення 750-400 лк, при системі загального освітлення 300 лк. В приміщенні лабораторії використовується природне освітлення. Штучним джерелом світла є світильники растрові накладні для загального штучного освітлення у кількості 8 штук, люмінесцентні лампи ЛБ-40 у кількості 3 штуки, розміщені у 3 світильниках ЛПО 2004А-2.

### **Електробезпека**

Для запобігання електротравматизму, який пов'язаний з місцезнаходженням електричного устаткування приміщення, необхідно знати характеристику приміщень. Відповідно до правил улаштування електроустановок (ПУЕ), за ступенем небезпеки ураження людини електричним струмом приміщення поділяються на три категорії.

I категорія – приміщення без підвищеної небезпеки. Це приміщення, де відсутні умови, що створюють підвищену чи особливу небезпеку.

II категорія – приміщення з підвищеною небезпекою. Це приміщення, що характеризуються наявністю хоча б однієї з таких умов:

- підвищена вологість (відносна вологість повітря тривалий час перевищує 75 %, присутність пари або перебігає процес конденсації вологи) або струмопровідний пил (технологічний, атмосферний пил, що потрапляє в середину агрегатів, технологічного обладнання, осідає на струмопровідних частинах і погіршує умови охолодження та ізоляції, але не викликає небезпеки аварії);

- струмопровідна підлога (металева, залізобетонна);

- висока температура повітря (+35°C);

- можливість одночасного дотику працюючого до з'єднаних з землею металоконструкцій, обладнання з одного боку, та до металевих корпусів електрообладнання – з іншого.

III категорія – особливо небезпечні приміщення. До них належать приміщення, що характеризуються наявністю хоча б однієї з таких умов:

- відносна вологість повітря постійно тримається близько 100% (стеля, підлога, стіни покриті вологою);
- наявність хімічно активного середовища (у приміщенні є агресивні пари, гази, рідини, які діють на ізоляцію та руйнують струмопровідні частини електроустаткування);
- одночасно дві й більше умов підвищеної безпеки.

Приміщення, в якому проводилося виконання дипломної роботи за ступенем безпеки ураження електричним струмом, належить до I категорії, а саме до приміщень без підвищеної безпеки: середня добова температура не перевищує 30 °С, відносна вологість коливається в межах 50 – 60 %, електропровідний пил відсутній, підлога не проводить електричний струм, можливість одночасного дотику людини до будь-яких з'єднаних з землею металоконструкцій будівель, механізмів, з одного боку, і до металевих корпусів електрообладнання – з іншого, теж відсутня.

## **5.2. Розробка заходів з охорони праці. Виробниче освітлення**

По вимогам ДБН-В.2.5-28-2006 рівень освітлення на робочому столі в зоні розташування документів має становити 180 лк.

У разі не відповідності вимогам необхідно застосовувати світильники місцевого освітлення з енергозберігаючими (світлодіодними) лампами. Світильники місцевого освітлення мають містити напівпрозорий відбивач світла із захисним кутом не меншим за 40 градусів. Необхідно спрогнозувати обмеження прямої близькості від джерела природного та штучного освітлення, при цьому яскравість поверхонь, що світяться (вікна, джерела штучного світла) і перебувають у полі зору, повинна бути не більшою за 200 кд/м<sup>2</sup>. Необхідно обмежити відбиту близькість методом правильного вибору

типів світильників та розміщенням робочих місць відносно джерел природного та штучного освітлення. Необхідно використовувати систему вимикачів, що дозволять регулювання інтенсивності штучного освітлення залежно від інтенсивності природного, а також дозволяє освітлювати тільки потрібні для роботи зони приміщення.

### **5.3. Пожежна безпека**

Пожежна безпека — стан об'єкта, при якому обмежується можливість виникнення та розвитку пожежі, і вплив на людський організм її шкідливих факторів, а також забезпечується захист матеріальних цінностей.

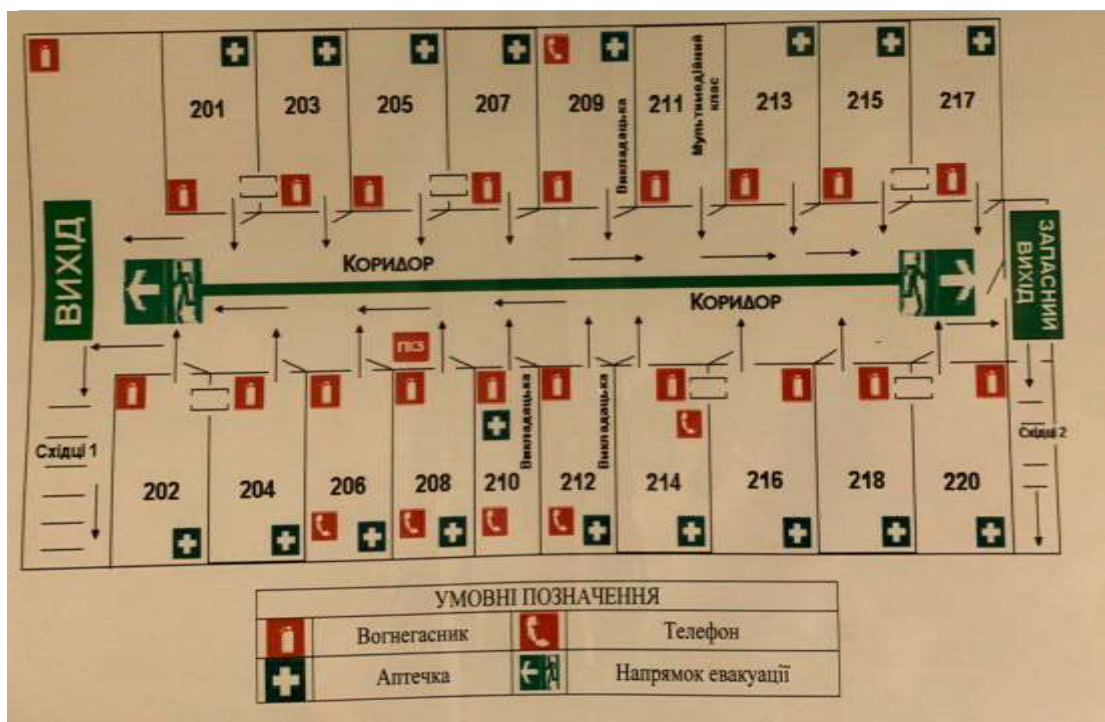
Якщо у хімічних лабораторіях присутня велика кількість горючих вибухонебезпечних речовин, то вони відносяться до категорії В – пожежонебезпечних виробництв. За правилами розміщення електроустановок приміщення хімічних лабораторій відносяться до класу В-1б, оскільки роботи з горючими і вибухонебезпечними речовинами проводяться у витяжних шафах без застосування відкритого вогню і відкритих нагрівальних пристроїв.

Для попередження пожежам розробляють:

- організаційні заходи – правильний добір режиму технологічного процесу, нагляд і контроль, навчання та ін.
- технічні заходи – відповідний монтаж електрообладнання, режим, що виключає іскроутворення або контакт горючих матеріалів з нагрітими поверхнями
- режимні заходи – заборона куріння, запалювання вогню, контроль за зберіганням мастильних матеріалів, промаслених ганчірок та ін.
- тактико-профілактичні заходи – швидка дія пожежних команд, забезпечення засобами пожежогасіння та ін.

У приміщенні хімічної лабораторії знаходяться: вогнегасник ВП-5(3) (ДСТУ 3675-98) – 1 шт. Така кількість відповідає вимогам ISO3941-87, якими

передбачена обов'язкова наявність одного вогнегасника на 50 м<sup>2</sup> площі



підлоги для приміщення Б.

у

робочому приміщенні

виконуються усі вимоги по пожежонебезпеці відповідно до вимог НАПБ.А.01.001 95 «Правила пожежної безпеки в Україні».

#### 5.4. Розрахункова частина

*Перевірочний розрахунок штучного освітлення виробничого приміщення.*

Природне і штучне освітлення в приміщеннях регулюється нормами СНиП II-4-79 в залежності від характеристики зорової роботи, найменшого розміру об'єкта розрізнення, розряду зорової роботи (I–VIII), системи освітлення, характеристики фону, контрасту об'єкта розрізнення з фоном.

В промислових підприємствах штучне освітлення здійснюють штучними джерелами світла. Упровадження нових технологічних процесів, які потребують напруження зору, подальший розвиток компактності забудови, масове застосування блоків промислових споруд неминуче пов'язане з посиленням ролі штучного освітлення, що у ряді випадків



залишається єдиним (безвіконні промислові будинки і споруди) або доповнює недостатнє природне освітлення у віддалених від світлопрорізів зонах приміщення (у безліхтарних і багатопверхових будинках). На цей час розроблені освітлювальні установки (ОУ), які за яскравістю, характером, спектром випромінюваного світла наближаються до природного спектра, що дає змогу доповнювати штучним «денним» світлом недостатність природного світла. Однак використання штучного освітлення пов'язане з витратами енергії, труднощами його монтажу, високою вартістю і потребує постійного нагляду за експлуатацією ОУ.

За функціональним призначенням штучне освітлення поділяється на робоче, аварійне, евакуаційне, охоронне і чергове.

За способом розташування джерел світла – на загальне, місцеве і комбіноване.

До джерел штучного освітлення належать лампи розжарювання газорозрядні лампи.

Штучне освітлення має створювати достатню освітленість на робочих місцях. Норми передбачають найменшу необхідну освітленість робочих поверхонь виробничих приміщень  $E_{min}$ , лк, виходячи з умов зорової роботи. Норми носять загальний, міжгалузевий характер.

На їх основі з урахуванням зорової роботи розробляються галузеві норми для різних видів промисловості (електронної, текстильної, машинобудівної та ін.). Норми ділять зорові роботи на розряди та підрозряди з урахуванням найменшого розміру об'єкта розрізнення, значень контрасту об'єкта розрізнення з фоном та характеристик фону.

Для робіт розрядів I–V норми освітленості встановлюються залежновід системи загального чи комбінованого освітлення. Для інших розрядів (Vв–VIIIв – робота, яка не потребує надзвичайної точності) нормується освітленість тільки системи загального освітлення. Місцеве освітлення при таких роботах є недоцільним або неможливим (робота зі світними матеріалами, виробами в гарячих цехах, періодичне чи постійне

спостереження за ходом виробничого процесу, робота на складах). Норми й якісні характеристики штучного освітлення стосуються установок із газорозрядними джерелами світла. У випадках застосування ламп розжарювання встановлюються знижені значення освітленості. Слід зазначити, що в ряді випадків СНиП передбачає як підвищення, так і зниження норм освітленості залежно від характеру роботи. Освітленість підвищується не більш ніж на один ступінь при безупинній зоровій роботі, підвищеній небезпеці травматизму, високих вимогах до продукції, що виготовляється, за відсутності або недостатності природного освітлення. Знижується освітленість при короткочасному перебуванні людей у приміщеннях і наявності устаткування, яке не потребує постійного нагляду.

Поряд із нормуванням якісного показника  $E_{min}$  нормуються й якісні показники штучного освітлення:

- показник засліпленості  $P$  (від 20 до 60%);
- коефіцієнт пульсації освітленості  $K_p$  (від 10 до 20%);
- показник дискомфорту  $M$  (тільки для громадських будівель) (від 25 до 90%).

Розрахунок штучного освітлення в приміщеннях можна проводити такими чотирма методами: крапковим, методом питомої потужності (за таблицями питомої потужності), графічним і методом коефіцієнта використання світлового потоку.

#### *Розв'язок*

Для освітлення хімічної лабораторії:  $L = 8$  м – довжина приміщення;  $B = 5$  м – ширина приміщення, висота  $h = 3$  м.  $S = 40$  м<sup>2</sup> – площа приміщення використовуються 8 світильників растрових накладних з чотирьома люмінесцентними лампами типу ЛБ-40. Коефіцієнти відбиття світлового потоку від стелі, стін і підлоги відповідно рівні  $\rho_c = 70\%$ ,  $\rho_{ст} = 50\%$ ,  $\rho = 10\%$ . Затінення робочих місць немає. Висота звісу світильника  $h_c = 0$ , висота робочої поверхні над рівнем підлоги  $h_p = 0,8$  м.

Знайдемо нормативну величину освітленості для лабораторій хімії і препаратських  $E_n = 300$  лк.

При перевірці відповідності освітленості в приміщенні нормативному рівню, коли відома кількість світильників, ламп, їх тип і потужність, фактичну освітленість в приміщенні визначаємо за формулою:

$$E_{\Phi} = \frac{N \cdot F \cdot n \cdot \eta}{S \cdot z \cdot k_3}, \text{ лк}$$

де  $N = 8$  – число світильників, шт;

$F = 3120$  лм – світловий потік лампи (для люмінесцентних ламп ЛБ);

$n = 4$  – число ламп в світильнику;

$S$  – площа освітлюваного приміщення;

$z = 1,1$  – коефіцієнт нерівномірності освітлення для люмінесцентних ламп (відношення  $E_{\text{ср}} / E_{\text{мін}}$ );

$k_3$  – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості через забруднення і старіння лампи, значення  $k_3 = 1,8$ .

$\eta$  – коефіцієнт використання освітлювальної установки.

Для визначення  $\eta$  необхідно знати тип світильника, індекс приміщення і коефіцієнта відбиття світлового потоку від стелі стін і підлоги. Так як тип світильника і коефіцієнти відображення світлового потоку відомі, то для знаходження  $\eta$  необхідно визначити значення індексу приміщення і.

Індекс приміщення і визначається рівнянням:

$$i = \frac{A \cdot B}{h_{\text{п}} \cdot (A + B)}$$

де  $A$  і  $B$  – відповідно довжина і ширина приміщення в м,

$h_{\text{п}}$  – висота від робочої поверхні до світильника, визначається висотою приміщення ( $H$ , м) і висотою умовної робочої поверхні ( $h_p = 0,8$  м) по формулі:

$$h_{\text{п}} = H - h_c - h_p = 3 - 0 - 0,8 = 2,2 \text{ м}$$

$$i = \frac{8 \cdot 5}{2,2 \cdot (8+5)} = 1,399$$

Визначаємо коефіцієнт використання освітлювальної установки, який виявляється рівним 55%. Підставляємо всі знайдені величини в формулу для  $E_{\phi}$ :

$$E_{\phi} = \frac{8 \cdot 3120 \cdot 4 \cdot 0,55}{40 \cdot 1,1 \cdot 1,8} = 693,3 \text{ лк.}$$

Отже,  $E_{\phi} > E_{н}$ .

### 5.5. Висновки до Розділу 5

Важливим фактором робочого середовища для приміщень з робочими місцями для працівників є природне та штучне освітлення. Раціональне освітлення робочого місця є одним із найважливіших чинників, що впливають на ефективність трудової діяльності людини, травматизм і фахові захворювання. Правильно організоване освітлення створює сприятливі умови праці, підвищує працездатність і продуктивність праці.

У роботі виконано перевірочний розрахунок штучного освітлення для лабораторії Кафедри хімії і хімічної технології НАУ. Визначено, що встановленої кількості вистачає для нормованого функціонування робітників та студентів.

## ВИСНОВКИ

Відпрацьовані оливи відносяться до категорії небезпечних відходів. Тому в наш час перспективним шляхом поводження з відпрацьованими оливами є їх регенерація. За допомогою фізичних методів видаляються тверді частинки забруднень, мікрокраплини води, частково - смолисті і коксоутворюючі речовини, легко киплячі домішки. Це такі методи, як відстоювання, фільтрація та центрифугування. Фізико-хімічні методи дозволяють видалити кисневі, сірчисті і азотні сполуки, що забруднюють оливи, а також поліциклічні вуглеводні з короткими бічними ланцюгами, смолисто-асфальтенові речовини.

Хімічні методи очищення засновані на реакціях забруднюючих оливи речовин з реагентами, які вводяться в оливи. При цьому в результаті хімічної взаємодії утворюються сполуки, які легко видаляються з оливи.

Найкраще для регенерації олив підходять комбіновані методи, а саме:

- відстоювання, обробка адсорбентами та фільтрація, у тому числі з відгоном води;
- відстоювання, обробка адсорбентом, відгін пального та фільтрація;
- відстоювання, обробка ПАР, адсорбентом, відгін пального та фільтрація;
- відстоювання, обробка лугом (або іншими лужними реагентами), адсорбентом та фільтрація;
- відстоювання, обробка кислотою, лугом, адсорбентом та фільтрація;
- відстоювання, обробка кислотою, лугом, відгін пального, обробка адсорбентом та фільтрація;

У розділі «Охорона навколишнього середовища» проведений аналіз впливу відпрацьованих олив на навколишнє середовище та людину.

У розділі «Охорона праці» проаналізовано умови праці згідно інструкції з техніки безпеки, розглянуто вплив шкідливих речовин на робочому місці.

## СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Васильева Л.С. Автомобильные эксплуатационные материалы: Учеб. для вузов. Изд. 2-е / Л.С. Васильева - М.: Наука-Пресс, 2004. - 421 с.
2. Шашкин, П. И. Регенерация отработанных нефтяных масел. Издание 2-е переработанное и дополненное / П. И. Шашкин, И. В. Брай. – М.: «Химия», 1970. – 304 с.
3. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение: Справочник / И.Г. Анисимов, К.М. Бадыштова, С.А. Бнатов и др. Под ред. В.М. Школьников. Изд. 2-е перераб. И доп. – М.: Издательский центр «Техинформ», 1999. – 596с.
4. Григорьев, М.А. Качество моторного масла и надежность двигателей. / М.А. Григорьев, Б.М. Бунаков, В.А. Долецкий. М.: Изд-во стандартов, 1981.-238с.
5. Арабян, С.Г. Масла и присадки для транспортных и комбайновых двигателей. / С.Г. Арабян, А.Б. Виппер, И.А. Холомонов. – М.: Машиностроение, 1984. -208с.
6. Гриценко В.О. Применение микрофльтрации для регенерации отработанных моторных масел / В.О. Гриценко, Н.С. Орлов // Вестник Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева. Серия. Критические технологии. Мембраны, - 2002. - № 16. – С. 10-16
7. Юзефович В.И. Организация сбора отработанных смазочных масел / В.И. Юзефович // Мир нефтепродуктов. – 2001. - № 3. – С. 28-30.
8. Необходимость и проблемы создания в Украине отрасли по вторичной переработке отработанных смазочных масел : материалы 1-ой международной конференции /С. В. Кульшенко. – Х., 2004.

9. Бурлака Г.Г. Рынок нефти и нефтепродуктов на рубеже XXI века / Г.Г. Бурлака, В.О. Зиневич; под ред. Н.С. Герасимчук — К. : Ин-т биоорганической химии и нефтехимии НАН Украины, 2003. – 332 с.
10. Сурин С.А. Отработанные масла: вторая жизнь / С.А. Сурин // Мир нефтепродуктов. – 2000. – № 2. – С. 22-23.
11. Смазочные материалы и проблемы экологии / [Евдокимов А.Ю., Фукс И.Г., Шабалина Т.Н., Багдасаров Л.Н.]. – К. : Издательство ГУП «Нефть и газ», 2000. – 282 с.
12. Современные методы очистки и регенерации отработанных смазочных масел: препринт / Б.И. Ковальский, Ю.Н. Безбородов, Л.А. Фельдман, А.В. Юдин, О.Н. Петров. – Красноярск: Изд-во Сиб.федер. ун-та, 2018. – 104 с.
13. Олишевская В.Е. Сравнительный анализ технологий регенерации автомобильных смазочных материалов / Олишевская В.Е., Олишевский Г.С. // Современные инновационные технологии подготовки инженерных кадров для горной промышленности и транспорта. – 2018. – №4. – С. 180-192.
14. Егоров, А.В. Оценка работоспособности моторных масел/ А.В. Егоров Ю.М. Новиков, Е.В. Зубова, В.В. Вахрушев, П.И. Вшивцев//Вестник ЧГАА. Том 68. – 2016. – С. 31-34.
15. Корнеев, С.В. Оценка достоверности прогнозирования периодичности смены моторного масла в двигателях/ С.В.Корнеев, А.П.Серков// Омский научный вестник. Машиностроение и машиноведение. – 2015. – Вып.№1(127). – С. 62-65
16. Ненашев, М.В. Диагностическая система для контроля качества моторных масел / М.В. Ненашев, И.Д. Ибатуллин, А.С. Марков, В.С. Марков, С.Г.Емельянов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. Т.16. – Вып. №1-2. – С. 464-467.
17. Станковски, Л. Классификация отработанных смазочных материалов и показатели их качества / Л. Станковски, Р. О. Чередниченко, В. А.

- Дорогочинская // Химия и технология топлив и масел, 2010. - №1.- С. 8-11.
18. Ковальский, Б.И. Методика контроля состояния моторных масел в процессе эксплуатации двигателей внутреннего сгорания/ Б.И. Ковальский, В.Г.Шрам//Вестник Тувинского государственного университета. - 2016. – Вып. № 3. – С. 95- 101.
19. Королев А.Е. Старение моторного масла/ А.Е. Королев, Н.В. Храмцов// Известия Тульского государственного университета. – 2015. - №4. – с.134-138.
20. Храмцов Н.В. Старение моторного масла / Храмцов Н.В., Королев А.Е. // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2014. – Вып.4. – С. 134 – 138.
21. Черножуков Н.И. Окисляемость минеральных масел. / Черножуков Н.И., Крейн С.Э. – М.: Гостоптехиздат, 1995. – 372 с.
22. Влияние топлив на старение моторных масел в автомобильных дизелях / В. А. Артемьев, Д. В. Бойков, М. А. Григорьев и др. // Химия и технология топлив и масел. - 1993. - № 5. - С. 11 – 13.
23. Современные методы очистки и регенерации отработанных смазочных масел: препринт / Б.И. Ковальский, Ю.Н. Безбородов, Л.А. Фельдман, А.В. Юдин, О.Н. Петров. – Красноярск: Изд-во Сиб.федер. ун-та, 2018. – 104 с.
24. Чарыков В.И. Ресурсосберегающая технология и технические средства возобновления эксплуатационных свойств отработанных моторных масел / Чарыков В.И., Зуев В.С., Маянцев А.В. // Аграрный вестник Урала. – 2008. - № 6(48). – С. 79-82.
25. Чайка О.Г. Порівняльний аналіз методів очищення відпрацьованих олив на Україні та за її межами / Чайка О.Г., Чайка Ю.А. // Вісник НУ «Львівська політехніка» «Хімія, технологія речовин та їх застосування». – 2009. – № 644. – С.224-228.
26. Викулов М.А. Регенерация отработанных масел. / Викулов М.А., Божедонов А.И., Довиденко Г.П., Капитонов И.С. // Якутия-1: Сб.



- материалов. Отд. выпуск Горного информационно-аналитического бюллетеня. – № ОВ2. –2008. – С.331-335.
27. Блинов А.О. Оценка методов очистки моторных масел для их повторного использования / Блинов А.О., Игнатенков М.М. // Colloquium-journal. – 2018. – № 7(18). – С. 62-65.
28. Батюшков Д.И. Исследование технологии регенерации отработанных масел физическими методами / Батюшков Д.И. // Научный журнал «Апробация». – 2013. – №4(7). – С. 5-6.
29. Курмаев Р.Н. Выбор и обоснование метода утилизации отработанных масел на крупных промышленных предприятиях / Курмаев Р.Н., Глушанкова И.С., Вайсман Я.И. // Transport. Transport facilities. Ecology. – 2016. – № 1. – С.38-51.
30. Чайка О.Г. Комплексна блок-схема регенерації відпрацьованих моторних олив / Чайка О.Г., Березюк Д.О., Пастернак М.І., Чайка Ю.А. // Вісник НУ «Львівська політехніка» «Хімія, технологія речовин та їх застосування». – 2011. – № 700. – С.287-289.
31. Григоров А.Б. Комплексная переработка отработанных моторных масел / Григоров А.Б. // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2018. – № 5(99). – С. 40-44.
32. Пат. 100835 Україна, (51) МПК С10G 31/10 (2006.01). Установка для регенерації відпрацьованих масел / Горовий М.В., заявник і власник патенту – Сумський національний аграрний університет. - №u201501979; заявл. 05.03.2015; опубл. 10.08.2015. Бюл. № 15.
33. Гриценко В.О. Применение микрофльтрации для регенерации отработанных моторных масел. / Гриценко В.О., Орлов Н.С. // Критические технологии. Мембраны. – 2012. – № 16. – С. 10-16.
34. Братичак М.М., Топільницький П.І., Лазутіна О.М. Регенерація відпрацьованих нафтових олив // Газ і нафта. Енергетичний бюлетень. – № 3 (63), березень 2017 р.

35. Рудник М.И., Кичигин О.В. Технология переработки и утилизации нефтемаслоотходов с применением оборудования "ИНСТЭБ" // Мир нефтепродуктов. – 2014. – №4.
36. Школьников В.М., Гордукалов А.А., Юзефович В.И., Петросова М.Р. Анализ зарубежных подходов к проблеме утилизации отработанных нефтепродуктов // Мир нефтепродуктов. – 2014. – №1.
37. Капустин В. М. Технология переработки нефти / В. М. Капустин, Б. П. Тонконогов, И. Г. Фукс. – М.: Химия, 2014. – 328 с.
38. Кульшенко С.В. Проблема создания в Украине отрасли утилизации отработанных нефтепродуктов: 1-я конференция с международным участием // 5–6 февраля 2017 г, Харьков.
39. Isah, A. G.; Abdulkadir, M.; Onifade, K. R.; Musa, U.; Garba, M. U.; Bawa, A. A and Sani, Y. (2013). Regeneration of Used Engine Oil, Proceedings of the World Congress on Engineering, Vol I, London, U.K.
40. Чудиновских, А.Л. Комплекс методов лабораторной оценки моторных масел – как оперативный способ определения качества/А.Л. Чудиновских, В.Л. Лашхи, А.Н. Первушин, В.Г. Спиркин// Журнал автомобильных инженеров. – 2015. – Вып. №5(76). – С. 40-42.
41. Коваленко, В. П. Загрязнение и очистка нефтяных масел: учеб. пособ. для вузов / В. П. Коваленко. - М.: Химия, 1978. - 304 с.
42. Чайка О. Г. Попередження забруднення навколишнього природного середовища відпрацьованими моторними оливами / О. Г. Чайка. – Суми, 2012. – 24 с.
43. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://ecolog-ua.com/news/vidpracovani-olyvy-avtoparkiv-ta-promyslovi-v-ekologichnomu-konteksti-utylyzaciya-chy>.
44. Чайка О.Г. Моніторинг утворення відпрацьованих олив в Україні/ О. Г. Чайка, О. З. Ковальчук, Ю. А. Чайка // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2009. – № 644. – С. 221 – 224.

45. Михайлюк В.О. Халмурадов Б.Д. Цивільна безпека: Навч. посіб. – К.: Центр навчальної літератури, 2008. -168 с.
46. Балтенас Р., Сафонов А.С., Ушаков А.И., Шергаліс В. Моторные масла. Производство. Свойства. Классификация. Применение. – М. - Санкт-Петербург: Альфа - Лаб., 2016. – 272 с.
47. Ананьев, С. И. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости /С. И. Ананьев. – Волгодонск: ВПО – Юж Роскон, 2015. – 253 с.
48. Обельницкий, А. М. Топливо и смазочные материалы / А. М. Обельницкий. – М.: Высшая школа, 1993. – 302 с
49. Фукс И.Г. Экологические проблемы рационального использования смазочных материалов / И.Г. Фукс, А.Ю. Евдокимов, В.Л. Лашхи, Ш.М. Самойхмедов. – М.: Нефть и газ, 1993. – 164 с.
50. Гончаров, А.К. Система регенерации минеральных масел / А.К. Гончаров, Л.В. Казаков // Строительные и дорожные машины. – 1988. - № 8. – С. 26.
51. Глазков В.Ф. Отработанные моторные масла и их восстановление с целью повторного использования / В.Ф. Глазков // Энергосберегающие технологии механизации сельского хозяйства, Самара. Изд-во СГСХА, 1998. – С. 84-88.
52. Евдокимов А.Ю. Вторичная переработка отработанных масел за рубежом / А.Ю. Евдокимов, М.И. Фалькович // Химия и технология топлив и масел, –1988.– №10. – С. 42-45.
53. Чабанний В.Я., Магопець С.О., Осипов І.М., Аулін В.В., Мажейка О.Й., Солових Є.К., Павлюк-Мороз В.А., Попов Г.А., Катеринич С.Є. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення. КНИГА 2
54. Баннов П. Г. Процессы переработки нефти. Ч.2 / П. Г. Баннов. – М.: Химия, 2001. – 412 с
55. О.І. Косенко, А.Д. Кустовська, Т.Ю.Ясакова. Комплексні підходи до регенерації відпрацьованих авіаційних олів // X Всесвітній конгрес

- «Авіація у ХХІ столітті – безпека в авіації та космічні технології]», 28-30 вересня 2022 р.: матеріали доповідей – К.: НАУ, 2022. – С. 4.1.59-4.1.62.
56. ГОСТ 17479.1-85. Масла моторные. Классификация и обозначение. Издательство стандартов № 1986 Стандартиформ № 2006. Разработан ВНИТИ. Утверждён 20 декабря 1985 г. Госстандарт СССР. Поправки к документу №1 от 01 декабря 1987 г., ИУС 3-88., №2 от 01 декабря 1991 г., ИУС 2-92№3 от 01 августа 1999 г. ИУС 11-99.
57. Пат. 2051954 РФ, 6 С 10 М 175/0,2. Установка для регенерации отработанного моторного масла / Л. А. Ашкинази, В. В. Сердюк, А. П. Картошкин и др.
58. Пат. 2107716 РФ, 6 С 10 М 175/0,2. Способ и установка для регенерации смазочных масел / Сосьете Тюнизьен де Любрифьян.
59. Пат. 2106398 Российская Федерация, МПК6 С10М175/02. Способ регенерации отработанных масел / Хафизов А.Р.; Ишмаков Р.М.; заявитель и патентообладатель Уфимский государственный нефтяной технический университет. – № 95102849/04; заявл. 01.03.1995; опубл. 10.03.1998, Бюл. № 2
60. Пат. 2101335 Российская Федерация, МПК6 С10М175/02. Способ очистки отработанного масла / Зоркин В.А.; Айсин Е.Х.; Бушуева Н.Н.; заявитель и патентообладатель Зоркин Владимир Алексеевич; Айсин Евгений Хамзеевич; Бушуева Нина Николаевна. – № 96104686/04; заявл. 11.03.1996; опубл. 10.01.1998, Бюл. № 2.