

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Таврійський державний агротехнологічний університет**  
**імені Дмитра Моторного**  
**Навчально-науковий інститут загальноуніверситетської підготовки**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. каф. “Машиновикористання в землеробстві”

доц. \_\_\_\_\_ Володимир КУВАЧОВ

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

***Пояснювальна записка***

до дипломної роботи здобувача СВО Магістр  
(ступінь вищої освіти)

на тему: «Удосконалення технологічного процесу регенерації відпрацьованих  
олив на прикладі Приморського району Запорізької області»

**32МЗД.110.000000ПЗ**

Виконав: здобувач ВО 2 курсу, групи 21МБ АІ 3

спеціальності 208 Агроінженерія

за ОПП Агроінженерія

(шифр і назва спеціальності та ОПП)

\_\_\_\_\_ Ігор ФІЛІН

(підпис)

Мелітополь - 2021 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного

Інститут, факультет ННІ ЗУП Кафедра машиновикористання в землеробстві  
Ступінь вищої освіти Магістр  
Спеціальність 208 Агроінженерія  
(шифр і назва)  
ОПП Агроінженерія  
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри МВЗ  
доц. Володимир КУВАЧОВ  
“ ” \_\_\_\_\_ 2021 р.

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) ЗДОБУВАЧУ ВО**  
**ФІЛІНУ І.К.**

1. Тема проекту (роботи): Удосконалення технологічного процесу регенерації відпрацьованих олив на прикладі Приморського району Запорізької області

керівник проекту (роботи) Мітков В.Б., к.т.н., доцент,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом університету від “08” жовтня 2020 року № 1406-З

2. Строк подання здобувачем ВО проекту (роботи) 25 січня 2021 року.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) аналіз літературних джерел по темі дипломної роботи.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Стан питання та задачі дослідження

2. Аналіз способів та устаткування для регенерації мастил

3. Обґрунтування енергозберігаючої, екологічно-технологічної моделі регенерації відпрацьованих мастил

4. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

5. Економічна ефективність використання регенованого мастила

Висновки

Перелік посилань

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслеників)

1. Збирання та регенерація відпрацьованих олив в різних країнах світу

2. Оптимальна блок-схема процесу регенерації мастила

3. Обладнання регенерації і контролю якості мастила

4. Організаційна модель централізованого збирання і регенерації відпрацьованих олів

5. Схема лінії регенерації відпрацьованих мастил

6. Показники очистки відпрацьованих мастил

7. Техніко-економічні показники пропануємих заходів

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Розділ 4	проф. Рогач Ю.П.		

7. Дата видачі завдання 10.10.2020 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
Стан питання та задачі дослідження	До 20.10.2020.	
Аналіз способів та устаткування для регенерації мастил	До 01.11.2020.	
Обґрунтування енергозберігаючої, екологічно-технологічної моделі регенерації відпрацьованих мастил	До 20.11.2020.	
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	До 10.12.2020.	
Економічна ефективність використання регенованого мастила	До 25.12.2020.	
Закінчення дипломної роботи та представлення на кафедрі	До 15.01.2021.	

**Здобувач ВО**

\_\_\_\_\_ (підпис)

Ігор ФЛІН

\_\_\_\_\_ (власне ім'я та прізвище)

**Керівник проекту (роботи)**

\_\_\_\_\_ (підпис)

Василь МІТКОВ

\_\_\_\_\_ (власне ім'я та прізвище)



## РЕФЕРАТ

Дипломна робота на тему: „Удосконалення технологічного процесу регенерації відпрацьованих олив на прикладі Приморського району Запорізької області” складається з 5 розділів, які викладені на 90 сторінках розрахунково-пояснювальної записки комп’ютерного тексту і містить у собі: 10 рисунків, 11 формул, 19 таблиць та 36 джерел використаної літератури.

Графічна частина роботи - 7 аркушів формату А1.

Об’єкт дослідження – процес організаційно-технологічних заходів для регенерації відпрацьованих мастил.

Метою роботи є удосконалення технологічної схеми регенерації відпрацьованих моторних мастил, вибір обладнання та способів для їх регенерації.

Наукова новизна роботи полягає в наступному:

1. Розробити енергозберігаючу, екологічно-технологічну модель регенерації відпрацьованих мастил.
2. Проаналізувати сучасні методи, технології та устаткування для очищення і регенерації відпрацьованих мастила.
3. Спроекувати комплекс машини і засоби механізації для очищення і регенерації відпрацьованих мастил.
4. Розробка заходів з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях при збиранні, транспортуванні і регенерації відпрацьованих мастил відповідно до чинного законодавства.
5. Провести техніко-економічні розрахунки, які підтверджують доцільність запропонованої технології.

Ключові слова: ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ЗБИРАННЯ ВІДПРАЦЬОВАНИХ НАФТОПРОДУКТІВ, МЕХАНІЧНІ ДОМШКИ, РЕГЕНЕРАЦІЯ ЯКІСТЬ ОЛИВА.

## ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 СТАН ПИТАННЯ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ	9
1.1 Основи раціонального використання відпрацьованих мастил	9
1.2 Виробничі можливості України	13
1.3 Доцільність організації підприємств по регенерації мастил	21
1.4 Мета та задачі дослідження	23
2 АНАЛІЗ СПОСОБІВ ТА УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦІЇ МАСТИЛ	25
2.1 Існуючі методи очищення	25
2.2 Схема переробки мастила	30
2.3 Технології і технічні засоби регенерації відпрацьованих мастил	32
2.4 Установки для очищення і регенерації відпрацьованих мастил	38
2.5 Установки, які можна придбати фізичній особі	48
2.6 Висновки та пропозиції	52
3 ОБГРУНТУВАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОЇ, ЕКОЛОГІЧНО- ТЕХНОЛОГІЧНОЇ МОДЕЛІ РЕГЕНЕРАЦІЇ ВІДПРАЦЬОВАНИХ МАСТИЛ	54
3.1 Технічні вимоги при регенерації різних за призначенням відпрацьованих мастил	54
3.2 Обґрунтування необхідної потужності пункту регенерації мастила	56
3.3 Обґрунтування технологічної лінії для районного пункту регенерації відпрацьованих олив	58
3.4 Висновки по розділу	66
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	68
4.1 Нормативна база	68
4.2 Вимоги безпеки при роботі з відпрацьованими мастилами	68
4.3 Розрахунок заземлення пристрою регенерації мастил	73

4.4 Вимоги охорони природного довкілля і безпека в надзвичайних ситуаціях	74
5 ЕКОНОМІЧНА ЕФФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ РЕГЕНЕРОВАНОГО МАСТИЛА	80
ВИСНОВКИ	84
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	86
ДОДАТКИ	90

## ВСТУП

Сучасне сільське господарство України енергонасичене. Враховуючи, що сільське господарство споживає до 50 % мастильних матеріалів які витрачаються в країні, а також відсутність засобів на придбання достатніх об'ємів мастил виникає наполеглива необхідність пошуку шляхів раціонального використання мастильних матеріалів.

В процесі експлуатації мастил в них накопичуються продукти окислення, забруднення і інші домішки, які різко знижують якість. Мастила, що містять забруднюючі домішки не здатні задовільняти вимогам, що пред'являються до них, і мають бути замінені свіжими мастилами.

Відпрацьовані нафтові мастила є одним з істотних джерел забруднення довкілля. Їх злив в ґрунт і водойми перевищує за об'ємом аварійні скидання і втрати нафти при її здобичі, транспортуванні і переробці. У комплексі заходів по економії мастильних матеріалів важливе місце займають продовження терміну їх служби, залучення до повторного використання відпрацьованих мастил, що пройшли очищення на місцях споживання із застосуванням простих технологічних процесів.

В розвинених країнах відпрацьовані мастила збирають і піддають регенерації з метою збереження цінної сировини, що є економічно вигідним.

У нашій країні на належному рівні не розв'язана проблема організації збору і регенерації відпрацьованих мастильних мастил. А це не дозволяє істотно поліпшити екологічну обстановку і поповнити власні ресурси паливно-мастильних матеріалів за рахунок раціонального їх використання.

Боротьба з витратами нафтопродуктів і їх ефективним використанням є найвищою народногосподарською задачею в Україні. Тому мета даного дипломного проекту є розробка організаційних та технічних заходів, застосування яких значно збільшить ефективність використання ПММ .



## **1 СТАН ПИТАННЯ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ**

### **1.1 Основи раціонального використання відпрацьованих мастил**

В наслідок господарської діяльності сучасної цивілізації в світі щорічно накопичуються чималі об'єми відпрацьованих нафтопродуктів. Якщо виходити з технічно обґрунтованого нормативу, утворення відпрацьованих мастил – 80% від об'єму вжитку свіжих, то об'єм накопичення відпрацьованих складає близько 30 млн.т/рік [1].

Скорочення запасів нафти, зростання витрат на її видобуток і переробку, а також наростаючий збиток від забруднення навколишнього середовища ставлять завдання всебічного скорочення втрат нафтопродуктів. Раціональне використання вторинних ресурсів на основі мастильних мастил, як найбільш цінних продуктів нафтопереробки, є одним з найважливіших резервів такої економії, що не вимагають великих капітальних витрат.

Враховуючи, що сільське господарство споживає до 50 % витрачаються в країні мастильних матеріалів, а також постійно зростаючу напруженість у постачанні ними сільськогосподарських підприємств та відсутність коштів на придбання достатніх обсягів мастил, виникає нагальна необхідність пошуку шляхів раціонального використання мастильних матеріалів. У комплексі заходів з економії мастильних матеріалів важливе місце займають продовження терміну їх служби, залучення в повторне використання відпрацьованих мастил, що пройшли очищення на місцях споживання із застосуванням простих технологічних процесів, а також регенерація мастил.

Відомо, що з 1000 т нафти можна отримати до 100 т мастильних матеріалів, в той час як з 1000 т відпрацьованого масла - 600 ... 800 т регенованих продуктів. Проте в даний час понад 25 % найбільш цінного відпрацьованого моторного масла використовують як котельно-пічного палива, а обсяг регенерації не перевищує декількох відсотків від збору. Через

низьку якість збору мастил, надмірної концентрації потужностей масло-регенераційних заводів не вдається повною мірою використовувати цей великий резерв економії невідновлюваних ресурсів.

У світовій практиці поряд з регенерацією зібраного масла широко застосовується періодичне відновлення його на місцях споживання, що дозволяє продовжити термін його служби. такий підхід виправданий вже через те, що з'являється реальна економія свіжих мастил, ліквідується знеособлення при зборі і зберігаються всі найважливіші експлуатаційні компоненти, необхідні для подальшого ефективного використання мастил. Досвід роботи пунктів збору та відновлення відпрацьованих мастил на сільськогосподарських підприємствах, ремонтних виробництвах і машинобудівних заводах показав високу ефективність повторного застосування відновлених мастил. Витрата свіжих мастил може бути знижений на 25 ... 30 % при значній економії витрат і коштів на придбання мастильних матеріалів [2].

За даними видання Lubrificants (Франція), найбільший інтерес до регенерації відпрацьованих мастил з метою їх повторного використання проявляється в країнах Західної Європи. У досліджуваних країнах питома вага регенованої частини в загальному ресурсі товарних мастил і нафтової базової основи становить від 1,8-2 % і від 6,0-6,6 % відповідно. У цілому ж проблеми збору та утилізації відпрацьованих мастил за кордоном приділяється значно більше уваги, ніж в Україні . Так , наприклад, у Франції діє асоціація зі збору та переробки відпрацьованих мастил, яка включає 59 фірм, що займаються збором сировини, і три - його переробкою. За розрахунками Національного агентства вторинних ресурсів , близько половини кількості моторних мастил згорає в двигунах автомобілів, тоді як збір відпрацьованих продуктів становить менше половини від потенційно можливого. Не сприяє більш повному збиранню відпрацьованих моторних мастил існуюча в країнах Заходу система їхньої зміни, яка проводиться найчастіше самими власниками автотранспортних засобів. Для поліпшення

стану справ у цій галузі власникам транспорту рекомендувалося проводити зміну моторних мастил на станціях технічного обслуговування з обов'язковим залученням фахівців. В даний час в країнах Заходу і СНД формується концепція переробки мастил на місцях їх використання.

Підприємство – переробник, що робить регенерацію відпрацьованих мастил, має спеціальну ліцензію на цей вид діяльності, у свою чергу, також оплачує послуги фірм-збирачів, які поставляють їм відпрацьовані мастила на регенерацію. Величина оплати переробником послуг збирача складає в середньому 40 – 50 євро/т. [3].

Однозначні вимоги в частині способу утилізації були висунені в Директиві 67/101/EWG Ради ЄС від 22.12.1986 року, а саме, що абсолютна перевага повинна віддаватися не утилізації: спалюванню, знищенню і іншим видам переробки, а вторинній переробці відпрацьованих мастил в початковий продукт – регенерації! До 01.01.1990 року країни-члени ЄС зобов'язані були приступити до виконання цієї директиви. Щоб стимулювати глибоку переробку відпрацьованих мастил в кондиційні базові мастила, вони пішли шляхом надання істотної підтримки підприємствам, що виробляють переробку відпрацьованих мастил до повного відновлення їх первинних властивостей. Таким чином сьогодні у більшості країн ЄС підприємствам, що виробляють вторинну переробку – регенерацію відпрацьованих мастил, надається з боку державних і муніципальних органів значна допомога у вигляді субсидій, пільг і т. д.

У Директиві ЄС відпрацьовані мастила уперше розглядаються не як відходи, що підлягають знищенню, а як відпрацьовані продукти, що підлягають вторинному використанню. Діяльність збирачів, перевізників і переробників підлягає обов'язковому ліцензуванню. Важливим чинником реалізації положень Директиви ЄС є передбачені в ній щорічні звіти країн – членів ЄС в Комісію ЄС про свій технічний рівень, досвід і досягнуті результати. Для забезпечення життєздатності вимог Директиви ЄС передбачаються способи економічного стимулювання підприємств, що

займаються утилізацією відпрацьованих мастил (що відповідають цінова, податкова і акцизна політики, субсидії і винагороди). Ці підприємства в якості компенсації за зобов'язання, що покладаються на них, можуть отримувати дотації за зроблені послуги. Завдяки такій законодавчій системі в країнах ЄС досягнуті високі показники по збору і переробці відпрацьованих мастил. У деяких країнах ЄС (Австрія, Бельгія, Фінляндія, Франція, Ірландія, Італія, Люксембург, Португалія, Іспанія, Великобританія) відпрацьовані мастила, вживані в якості палива для енергетичних цілей, повністю звільнені від податків. Ця фіскальна політика пролонгована до 2006 року, підтримує застосування відпрацьованих мастил в якості палива і створює дефіцит сировини для виробників регенерованих мастил. Проте, останніми роками намітилася серйозна тенденція до утилізації відпрацьованих мастил: законодавство ЄС все більше віддає перевагу регенерації відпрацьованих мастил як найбільш екологічно нешкідливому способу їх утилізації [4].

Середня кількість зібраних відпрацьованих мастил досягли 70 – 75% – більше 1.8 млн. тонн. З них приблизно 675 тис. тонн було протизаконно використано в якості палива, або скинуто в навколишнє середовище. В цілому в Європі скидається 25% усіх відпрацьованих мастил; 75% – збирають, з них 25% – регенеруються, 49% використовується в якості палива і 1% знищується [5].

У таких країнах, як Німеччина, Бельгія і Італія більше 50% (55, 50 і 55 відповідно) відпрацьованих мастил від збору поступає на установки регенерації з метою отримання регенерованих базових мастил.

У Європі нині найбільша потужність підприємств по регенерації відпрацьованих мастил зосереджена в Німеччині. На початку тридцятих років двадцятого століття в Німеччині почалося перетворення невеликих нафтопереробних заводів в підприємства по регенерації відпрацьованих мастил. Зараз там починають працювати нові високотехнологічні підприємства по виробництву високоякісних базових мастил другої групи з відпрацьованих мастил. Розвиток цього перспективного бізнесу будувався у

близькій співпраці з державою, що дає законодавчу базу, зокрема субсидуючи і інвестуючи в підприємства, що займаються збором, зберіганням і вторинною переробкою мастил. У Німеччині створена ідеальна система збору і утилізації відпрацьованих мастильних матеріалів. Цінова політика відрегульована таким чином, що витрати на збір і перевезення відпрацьованих мастил повністю оплачуються виробниками і переробниками, при цьому державні дотації не потрібно. Така система створювалася багато років при безперервному удосконаленні організації збору відпрацьованих мастил.

Нині в Німеччині є 6 установок регенерації відпрацьованих мастил загальною продуктивністю 280 тисяч тонн в рік, в проєкті знаходяться ще 3 установки регенерації відпрацьованих мастил. Тільки 30% зібраних мастил використовується в якості палива для спалювання. Державна політика в області екології в Німеччині спрямована на фінансову підтримку підприємств, що регенерують відпрацьовані мастила з метою отримання базових мастил, з 2001 року такі підприємства можуть отримати субсидії у розмірі 2.6 мільйонів євро в рік.

В інших країнах ЄС відпрацьовані мастила знайшли основне застосування в якості палива для спалювання, при цьому не завжди з використанням способів попереднього очищення.

## **1.2 Виробничі можливості України**

Сьогодні утилізація відпрацьованих мастил в Україні відбувається децентралізовано, а система їх збору не організована і має стихійний характер, чому багато в чому сприяє відсутність екологічного контролю.

Існуюча раніше статистична звітність (яка з незрозумілих причин була скасована) дозволяє так оцінити основні напрями використання відпрацьованих мастил: велика їх частина, або до 30%, регенерувалася на великих підприємствах з метою їх подальшого використання, до 15%

спалювалося там же як котельне або пічного палива, що залишилася частина, або 15 %, реалізовувалася іншим організаціям.

Останнім часом в Україні були зроблені спроби вирішення проблеми повторного використання відпрацьованих мастил шляхом їх регенерації безпосередньо в господарствах і на підприємствах. Для підвищення економічної ефективності використання відпрацьованих мастил важливим є пошук нових методів їх очищення дозволяють отримувати дефіцитні матеріали, використовувані в різних галузях промисловості.

Особливе значення для України набуває вивчення досвіду Польщі в організації збору та реалізації технології регенерації відпрацьованих мастил. Позитивний вплив на інтенсифікацію збору та утилізацію відпрацьованих нафтопродуктів надають нові закони про відходи і податкові пільги для суб'єктів, що займаються цими процесами. За рік після інституційних рішень в Польщі відпрацьовані мастила стали практично дефіцитними. За кілька десятків років діяльності такої схеми в Польщі зібрано й утилізовано більше двох мільйонів тонн відпрацьованих мастил.

Для України найбільш перспективними в області збору і регенерації відпрацьованих мастил слід вважати:

- прийняття Закону України "Про організацію збирання та регенерації відпрацьованих мастил";
- відновлення роботи установки УРВМ на Кременчуцькому НПЗ (виділивши її в окреме провадження за участю однієї з провідних у цій галузі зарубіжних фірм);
- враховуючи низький рівень вимог сільськогосподарської техніки до якості паливно-мастильних матеріалів, доцільно організувати збір та переробку відпрацьованих мастил в цій системі (приблизно 40 % загального обсягу споживання) на знову побудованій за зарубіжної технології установці потужністю 30-40 тисяч тонн на рік з переважним отриманням базової основи і дизельного палива;

- в системі великих споживачів індустриальних мастил ( металургійні заводи , металообробні підприємства тощо) організувати окрему від моторних систему збирання відпрацьованих мастил і утилізувати їх за інноваційними схемами, що показав свою ефективність за кордоном;
- в системі Мінпаливенерго України виділити комітети або асоціації, що несуть відповідальність за виконання директивних постанов по збору та утилізації відпрацьованих мастильних матеріалів.

У комплексі заходів по економії мастильних матеріалів важливе місце займають продовження терміну їх служби, залучення до повторного використання відпрацьованих мастил, що пройшли очищення на місцях споживання із застосуванням простих технологічних процесів, а також регенерація мастил.

Законодавча база, що визначає порядок поводження з відпрацьованими нафтопродуктами в Україні складається з наступних законів:

- закон України "Про охорону навколишнього природного середовища" від 25.06.1991., № 1264 - XII.
- закон України "Про відходи" від 05.23.1998., № 187/98-ВР.
- закон України "Про екологічну експертизу" від 09.02.1995., № 45 95-ВР.
- закон України "Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення" від 24.02.1994., № 4004 - XII.
- закон України "Про перевезення небезпечних вантажів" від 06.04.2000., № 16 44 - III.
- закон України "Про ліцензування певних видів господарської діяльності" від 01.06.2000., № 1775 - III.
- закон України "Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення, або чимдалі використання неякісної та небезпечної продукції" від 14.02.2000., № 1393 - XIV
- закон України "Про податок на додану вартість" від 03.04.1997., № 168/97 -ВР.
- закон України "Про оподаткування прибутку підприємств" від

28.12.1994., № 334, 94-ВР.

Згідно з прийнятими рішеннями відпрацьовані нафтопродукти, будучи небезпечними відходами, підлягають обов'язковому збиранню і утилізації, а в окремих випадках і знищенню [5].

З 2004 року в Україні починає діяти ряд нових екологічних законів, які виводять поводження з небезпечними відходами в країні на світовий рівень. Передусім це стосується відпрацьованих мастильних масил по ГОСТ 21046-86 "Нафтопродукти відпрацьовані. Загальні технічні умови груп: ОІВ, ОМВ, СНВ (відповідно мастила індустріальні відпрацьовані, мастила моторні відпрацьовані, суміш нафтопродуктів відпрацьованих). До цього відпрацьовані нафтопродукти ніколи не мали в Україні статусу – небезпечних відходів. А в 1993 році вони, внаслідок ряду об'єктивних обставин, реально втратили і статус, що належав їм з далекого військового 1943 року, статус – вторинних ресурсів.

Сьогодні утилізація відпрацьованих масил в Україні відбувається децентралізовано, а система їх збору не організована і носить стихійний характер, цьому багато в чому сприяє відсутність екологічного контролю. Фактично поводження з відпрацьованими нафтопродуктами в Україні останні роки, точніше 19 років, ніким не контролювалося. Це призвело до того, що велика кількість відпрацьованих нафтопродуктів сьогодні безконтрольно скидається в природне довкілля, або обертається в якості лівого товару в тіньовому секторі економіки. Графічний аркуш формату А1.

Аналіз статзвітності за формою № 4 МТП показує, що ця частина складає близько 90% від щорічного об'єму утворення відпрацьованих нафтопродуктів. Реальний масштаб збитку, який наноситься економіці, природному довкіллю і здоров'ю населення таким безвідповідальним поводженням з відпрацьованими мастильними мастилами, можна оцінити, лише усвідомивши той факт, що всього лише один літр відпрацьованого мастила здатний забруднити близько 1 мільйона літрів ґрунтових вод [5,6]. Їх злив в ґрунт і водоймища перевищує за об'ємом аварійні виливи і втрати



нафти при її видобутку, транспортуванні і переробці. У зв'язку з цим велике значення має повне, або часткове відновлення якості відпрацьованих мастил. Виходячи з чинного екологічного законодавства, сьогоденний стан проблеми з відпрацьованими нафтопродуктами в Україні можна охарактеризувати як катастрофічний.

Існуюча до 1993 року досить ефективна в умовах СРСР система збору відпрацьованих нафтопродуктів, як вторинної сировини, в даний момент повністю знищена. Натомість не було створено нічого. Цей вакуум породив екологічний і економічний хаос в поводженні з відпрацьованими нафтопродуктами. Частина відпрацьованих нафтопродуктів пішла в тіньову, не контрольовану Законом, економіку. Частина, яку тіньова економіка не може використовувати, скидається в природне довкілля. Доречи ця частина значно більша тієї, яка обертається в тіньовій економіці. Сьогодні, в умовах ринкової економіки, відтворити стару радянську систему раціонального збирання відпрацьованих нафтопродуктів як вторинного ресурсу, практично неможливо. Вона була жорстко зв'язана з командно-адміністративною структурою управління економікою країни. Тому, необхідно створити нову, ефективно працюючу в умовах ринку, систему раціонального збору відпрацьованих нафтопродуктів, як небезпечних відходів. Цього від виконавчої влади прямо вимагає законодавство України згідно з яким відпрацьовані нафтопродукти, передусім, це – небезпечні відходи, а потім вже – вторинний ресурс. Проте до теперішнього часу реальних заходів по створенню такої системи збору відпрацьованих нафтопродуктів в Україні зроблено не було. Виконавча влада, що несе відповідальність за поводження з небезпечними відходами, передусім Мінікоресурсів України впродовж 12-ти років (закон "Про відходи", вийшов 1998) осмислює цю проблему, не роблячи, проте при цьому ніяких дієвих заходів. Дванадцяти років не вистачило навіть на розробку, затвердження і доведення до виробників відпрацьованих нафтопродуктів технічно обґрунтованих нормативів збору цих небезпечних відходів і на введення елементарної системи контролю

виконання цих нормативів. Обґрунтувати і встановити відсоток збирання відпрацьованих мастил від реального річного об'єму споживання свіжих. Досить було просто звернутися як до чужого, так і до власного досвіду. У країнах ЄС нормативи збирання сьогодні складають 50 – 60% від об'єму споживання свіжих мастил.

У 1993 році в Україні, коли відпрацьовані нафтопродукти, ще не мали свого другого і сьогодні основного статусу – небезпечних відходів, а мали лише один статус – вторинних ресурсів, ці нормативи склали 30 – 40%.

До речі ці нормативи збирання відпрацьованих нафтопродуктів Кабмін України ніколи і не відміняв. Просто був ліквідований главк Госкомнефтепродукт, а потім і компанія Укрнафтохім, які в Кабміні здійснювали як контроль над дотриманням нормативів збирання так і сам збір відпрацьованих нафто- продуктів. Таким чином, треба було на місцях обласним управлінням Мінекоресурсів по-діловому, творчо підійти до виконання своїх прямих посадових обов'язків. Тобто просто зажадати від виробників відходів в процесі щорічного затвердження лімітів утворення відходів і розгляду, що представляються ними для узгодження матеріалів первинного обліку: інвентаризації, паспортизації реєстрації відходів керуватися по відношенню до відпрацьованих нафтопродуктів саме цими нормативами. І тоді нова система збирання відпрацьованих нафтопродуктів, як небезпечних відходів, успішно б запрацювала. При цьому контроль достовірності відходів, що представляються виробниками, інвентаризаційних балансів і реєстраційних карт обліку відпрацьованих нафтопродуктів значно спростився б, оскільки уся необхідна для перевірки інформація міститься у формі статзвітності, що вже ведеться підприємствами, №4 МТП (річна) [7].

Досить просто зіставити інформацію представлену виробником відходів у балансі і в реєстраційній карті з інформацією, що міститься у формі статзвітності. Проте нічого подібного до теперішнього часу обласними управліннями Мінекоресурсів України, на жаль, не робиться. Збирання відпрацьованих нафтопродуктів є важливим державним заходом по захисту

природного довкілля від забруднення і заповненню вторинних ресурсів. Він зобов'язаний здійснюватися відповідно до ГОСТ 210460-86 "Нафтопродукти відпрацьовані. Загальні технічні умови", Класифікатором відходів України ДК 005-96, "Жовтим списком" Базельської конвенції. Відсутність нормативів збирання і ефективної системи контролю їх виконання спричиняє за собою спотворення не лише реальної картини виробництва накопичення і обліку цих небезпечних відходів, але і спричиняє за собою зниження реальних об'ємів збору відпрацьованих нафтопродуктів. Сьогодні сільське господарство України споживає більше 1,5 млн.т/рік свіжих мастильних мастил [1]. В умовах відсутності нормативу збору і контролю, офіційно збирається біля 50 тыс.т/рік відпрацьованих нафтопродуктів (аналіз статзвітності за формою № 4 МТП).

У кінці 80-х Україна споживала близько 1 млн. т/рік свіжих мастильних мастил. При цьому реально збиралося близько 380 тыс. т/рік відпрацьованих нафтопродуктів, що складало близько 36% від об'єму споживання свіжих мастил. Тобто, навіть у смутні часи перебудови, тодішній норматив збирання 40% за великим рахунком виконувався. Сьогодні ж обласні управління Мінекоресурсів працюють за принципом – що підприємство вказало, в те і повіримо. Які ліміти збирання відходів представило – ті і затвердимо. Підприємству в такій ситуації вказувати реальні об'єми небезпечних відходів, що утворюються у них, не вигідно. Навіщо зайвий головний біль. Крім того, виконавець, який на підприємстві за службовим обов'язком займається відпрацьованими нафтопродуктами напевно вже має лівий канал продажу цих відходів за готівку "тіньовикам".

У загальному випадку основні об'єми відпрацьованих мастильних мастил накопичуються в процесі господарської діяльності, як підприємств так і приватних осіб в наступних галузях господарської діяльності:

- автомобільний транспорт (переважно, моторні: дизельні і карбюраторні мастила, трансмісійні мастила);
- залізничний транспорт (переважно, моторні, дизельні мастила, мастила,

- підшипників і коробок передач);
- авіаційний транспорт (переважно, моторні: дизельні і карбюраторні мастила, турбінні мастила і гідравлічні рідини );
- водний транспорт (переважно, моторні дизельні, машинні, циліндрові, турбінні мастила і гідравлічні рідини);
- промисловість (переважно, моторні: дизельні і карбюраторні мастила, турбінні, циркуляційні, редукційні, компресорні, трансформаторні мастила і гідравлічні рідини);
- енергетика (переважно, турбінні, компресорні і трансформаторні мастила)

Технічно обґрунтований норматив утворення відпрацьованих мастил відомий і однаковий у всьому світі [8,9]. Він складає 80 – 90% від об'єму споживання свіжих мастил. Решта втрати на чад, віднесення, випар, протоки і витoki. У реальному житті проток і витоків із-за недбайливості виконавців значно більше. Тому з поправкою на цю природну людську слабкість реальний норматив утворення відпрацьованих мастил, він же технічно обґрунтований норматив збирання, який доводиться до споживачів свіжих мастил – виробників відпрацьованих, нижче технічно обґрунтованого нормативу утворення відпрацьованих мастил. Так, наприклад, в країнах ЄС він встановлюється в межах 50 – 60% У колишньому СРСР він був встановлений в межах 30 – 40%. Останній раз нормативи, збирання відпрацьованих мастильних мастил (не як небезпечних відходів, а як вторинної сировини) були встановлені в Україні в 1992 році, підрозділом Кабміну України, що ще існував тоді, Українською Державною компанією “Укрнафтохім”. Ці нормативи складали 30 – 40% від об'єму споживання свіжих мастильних мастил. Виходячи з цього нормативу (іншого у нас поки немає) і вказаного обороту свіжих мастил, щорічний об'єм реального утворення відпрацьованих нафтопродуктів в Україні складає приблизно 450 тис.т/рік.

Актуальність даного питання полягає ще і в тому, що забезпеченість України своєю нафтою складає 8%, а відомо, що 90% паливо-мастильних матеріалів отримують з нафти. Ми знаємо, що з 1 тонни нафти отримують до 250 кг мастила, а з 1 тонни відпрацьованого мастила отримують 700 – 850 кг регенерованого продукту [8,10]. Забезпечення якісними нафтопродуктами сільськогосподарських підприємств України – важливий елемент в процесі використання машино-тракторного парку.

### **1.3 Доцільність організації підприємств по регенерації мастил**

Для того, щоб в Україні була вирішена проблема збирання та регенерації відпрацьованих мастил необхідно вирішити наступні питання:

- встановити норми збирання відпрацьованих нафтопродуктів для виробників цих небезпечних відходів;
- по вже затвердженим нормам збирання провести достовірний первинний облік відпрацьованих нафтопродуктів: матеріально-сировинний баланс, інвентаризацію, паспортизацію, реєстрацію з видачею підприємствам-виробникам цих небезпечних відходів річних лімітів на їх виробництво, збирання і здачу на утилізацію.
- створити в Україні нову, ефективно працюючу в умовах ринкової економіки, раціональну систему збирання і відновлення відпрацьованих нафтопродуктів.

Суть вирішення даних проблеми полягає в створенні в країні галузі по утилізації відпрацьованих нафтопродуктів. Вирішення її є поетапним. Спочатку необхідно розробити і затвердити відповідне положення, регламентуюче норматив збирання відпрацьованих нафтопродуктів з урахуванням ринкової економіки. Потім провести достовірний первинний облік і інвентаризацію відпрацьованих нафтопродуктів. На базі достовірного обліку виникне нова, ефективно працююча в умовах ринкової економіки, система раціонального збирання відпрацьованих нафтопродуктів. Головний

аргумент тут чисто економічний. Регенерація може здійснюватися як на окремих невеликих заводах, створених у регіонах та областях, так і на НПЗ.

Для отримання регенованих мастил, відповідних вимогам Держстандартів, необхідно використовувати процеси, в ході яких можна зруйнувати або видалити мийно-диспергуючі присадки, що перешкоджають подальшому очищенню.

До таких процесів відноситься в першу чергу сіркокислі очищення, широко застосовувана до цих пір у всьому світі, але становящаяся все більш екологічно неприйнятною. Сучасними процесами регенерації ПММ є термічний крекінг і тонкопленочное вакуумне випаровування. Подальша адсорбційна очищення дозволяє отримувати високоякісні базові мастила.

Сьогодні існують технології, що дозволяють виробляти кондиційні мастила з відпрацьованих, які за якістю ідентичні свіжим, виробленим з сирової нафти. Сучасними процесами регенерації є термічний крекінг та тонкоплівочне вакуумне випаровування. Послідуюча адсорбційна очистка дозволяє отримувати високоякісні базові мастила [12]. При цьому собівартість виробництва таких мастил в два рази нижча, ніж собівартість виробництва свіжих мастил з сирової нафти [1]. Відновлення первинних властивостей, здійснюється, як правило, шляхом складної багатостадійної переробки. Для вибору технології регенерації відпрацьованих мастил необхідно знати види і величину забруднень відпрацьованих мастил.

Встановлено, що в процесі експлуатації мастил в них накопичуються продукти окислення, компоненти палив, механічні забруднення, вода і інші домішки, що знижують якість мастил. Залежно від технології регенерації відпрацьованих мастил середній вихід регенованого, що містить близько 2 – 4 % твердих домішок і воду, до 10 % палива, складає 70 – 85 % [13].

Для відновлення відпрацьованих мастил застосовуються різноманітні технологічні способи і методи, засновані на фізичних, фізико-хімічних і хімічних процесах і полягають в обробці мастила з метою видалення з нього продуктів старіння і різних забруднень. У технологічних процесах

дотримується наступна послідовність методів: механічний, для видалення з мастила вільної води і твердих забруднень; теплофізичний (випаровування, вакуумна перегонка); фізико-хімічний (коагуляція, адсорбція). Якщо їх недостатньо, використовуються хімічні способи регенерації мастил, зв'язані із застосуванням складнішого обладнання. При цьому застосовуються всілякі апарати і різні установки, дія яких заснована, як правило, на використанні поєднання методів (фізичних, фізико-хімічних і хімічних), що дає можливість регенерувати відпрацьовані мастила різних марок і з різною мірою погіршення показників якості [6,7].

Однією з проблем, що різко знижує економічну ефективність утилізації відпрацьованих моторних мастил, є великі витрати, пов'язані з їх збиранням, зберіганням і транспортуванням до місця переробки. Організація міні-комплексів по регенерації мастил для задоволення потреб невеликих територій (області, району, або ряду населених пунктів) дозволить понизити транспортні витрати на їх доставку, а здобуття моторних мастил, наближає такі міні-комплекси по економічній ефективності до виробництв цих продуктів з сирової нафти. Графічний аркуш формату А1.

Враховуючи, що Україна в недостатній кількості забезпечена власною нафтою вирішення проблеми регенерації відпрацьованих мастил є важливою і актуальною задачею народогосподарського значення для України. Забезпечення якісними нафтопродуктами сільськогосподарських підприємств України – важливий елемент в процесі використання машино-тракторного парку.

#### **1.4 Мета та задачі дослідження**

Всі перераховані процеси регенерації в апаратурному оформленні. Їх реалізація економічно доцільна лише на великих підприємствах, що володіють можливістю збору достатньої кількості сировини 30-40 тис.т./ рік.

В умовах невеликих нафтобаз доцільно використовувати тільки фізичні методи очищення: відстій, центрифугування і фільтрацію.

Тому в даний час як у нас в країні, так і за кордоном ведеться активний пошук нових методів регенерації ПММ з використанням мембранного розділення, які представляють все більший інтерес.

Практичний досвід і екологічна необхідність вимагають створення нових малогабаритних блокових установок для регенерації ПММ на місцях застосування. Вважається, що при річному обсязі споживання підприємством більше 10 т мастил капітальні вкладення на регенерацію на місці споживання повністю себе окупають. Проте становище ускладнюється відсутністю вітчизняних установок, що забезпечують потрібний ступінь очищення.

Об'єкт дослідження – процес організаційно-технологічних заходів для регенерації відпрацьованих мастил.

Метою роботи є удосконалення технологічної схеми регенерації відпрацьованих моторних мастил, вибір обладнання та способів для їх регенерації.

Наукова новизна роботи полягає в наступному:

1. Розробити енергозберігаючу, екологічно-технологічну модель регенерації відпрацьованих мастил.
2. Проаналізувати сучасні методи, технології та устаткування для очищення і регенерації відпрацьованих мастила.
3. Спроекувати комплекс машини і засоби механізації для очищення і регенерації відпрацьованих мастил.
4. Розробка заходів з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях при збиранні, транспортуванні і регенерації відпрацьованих мастил відповідно до чинного законодавства.
5. Провести техніко-економічні розрахунки, які підтверджують доцільність запропонованої технології.



## 2 АНАЛІЗ СПОСОБІВ ТА УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦІЇ МАСТИЛ

### 2.1 Існуючі методи очищення

Для відновлення відпрацьованих мастил застосовуються різноманітні технологічні операції, засновані на фізичних фізико-хімічних і хімічних процесах і полягають в обробці мастила з метою видалення з нього продуктів старіння і забруднення [14,15]. В якості технологічних процесів зазвичай дотримується наступна послідовність методів: механічний для видалення з мастил вільної води і твердих забруднень; теплофізичний (випарювання, вакуумна перегонка); фізико-хімічний (коагуляція, адсорбція). Якщо їх недостатньо, використовуються хімічні способи регенерації мастил пов'язані із застосуванням складнішого устаткування і великими витратами. Розглянемо детальніше ці методи:

**Фізичні методи** – дозволяють видаляти з мастил тверді частки забруднень, мікрокраплі води і частково – смолянисті і коксоподібні речовини, а за допомогою випарювання – легкокиплячі домішки. Мастила обробляються в силовому полі з використанням гравітаційних відцентрових і рідше електричних, магнітних і вібраційних сил, а також фільтрування, водне промивання, випарювання і вакуумна дистиляція. До фізичних методів очищення відпрацьованих мастил відносяться також різні масо- і теплообмінні процеси які застосовуються для видалення з мастил продуктів окислення вуглеводнів, води і легкокиплячих фракцій.

**Відстоювання** – є найбільш простим методом, він заснований на процесі природного осадження механічних часток і води під дією гравітаційних сил. Залежно від міри забруднення палива, або мастила і часу, відведеного на очищення відстоювання застосовується, або як самостійно, або як попередній метод, передуючий фільтрації, або відцентровому очищенню. Основним недоліком цього методу є велика тривалість процесу

осідання часток до повного очищення видалення тільки найбільш великих часток розміром 50 – 100мкм.

**Фільтрація** – процес видалення часток механічних домішок і смолянистих з'єднань шляхом пропускання мастила через сітчасті, або пористі перегородки фільтрів. В якості фільтраційних матеріалів використовують металеві і пластмасові сітки, повсть, тканини, папір композиційні матеріали і керамічні мембрани. У багатьох організаціях реалізований наступний метод підвищення якості очищення моторних мастил – збільшується кількість фільтрів грубого очищення і вводиться в технологічний процес другий ступінь – тонке очищення мастила. Останнім часом за кордоном все більша увага приділяється новим фізичним методам регенерації відпрацьованих мастил мембранною ультра- і мікрофільтрацією. Це, головним чином, пов'язано з технологічною простотою, високою ефективністю малою матеріало- і енергоємністю мембранних процесів. Методи мембранної фільтрації дозволяють ефективно виділити з величезних об'ємів відпрацьованих мастил усі забруднення, що містяться там.

**Відцентрове очищення** – здійснюється за допомогою центрифуг і є найбільш ефективним і високопродуктивним методом видалення механічних домішок. Цей метод заснований на розподілі різних фракцій неоднорідних сумішей під дією відцентрової сили. Застосування центрифуг забезпечує очищення мастил від механічних домішок до 0,005% по масі, що відповідає 13 класу чистоти по ГОСТ 17216-71 і обезводнення до 0,6% по масі [16].

**Фізико-хімічні методи** – знайшли широке застосування, до них відносяться коагуляція, адсорбція і селективне розчинення забруднень, що містяться в мастилі, різновидом адсорбційного очищення є іонно-обмінне очищення.

**Коагуляція** – укрупнення часток забруднень, що знаходяться в мастилі в колоїдному, або мілкодисперсному стані, здійснюється за допомогою спеціальних речовин – коагулянтів, до яких відносяться електроліти неорганічного і органічного походження, поверхнево активні речовини

(ПАР), що не мають електролітичних властивостей, колоїдні розчини ПАР і гідрофільні високомолекулярні з'єднання. Процес коагуляції залежить від кількості коагулянта, що вводиться, тривалості його контакту з мастилою, температури, ефективності перемішування і т. д. Тривалість коагуляції забруднень у відпрацьованому мастилі складає, як правило 20 – 30 хв., після чого можна проводити очищення мастила від забруднень, що укрупнилися, за допомогою відстоювання, відцентрового очищення, або фільтрування.

**Адсорбційне очищення** – відпрацьованих мастил полягає у використанні здатності речовин, що служать адсорбентами, утримувати продукти, що забруднюють мастилу, на зовнішній поверхні гранул і на внутрішній поверхні капілярів, що пронизують гранули. В якості адсорбентів застосовують речовини природного походження ( відбілювальні глини, боксити, природні цеоліти) і отримані штучним шляхом (силікагель, окис алюмінію, алюмініосилікатні з'єднання, синтетичні цеоліти). Адсорбційне очищення може здійснюватися контактним методом – мастила перемішується з подрібненим адсорбентом, методом перколювання – мастила, що очищається, пропускається через адсорбент, методом протитечії – мастила і адсорбент рухаються один назустріч одному. До недоліків контактного очищення слід віднести необхідність утилізації великої кількості адсорбенту, що забруднює довкілля. При очищенні перколювання в якості адсорбенту найчастіше застосовується силікагель, що робить цей медом дорогим. Найбільш перспективним методом є адсорберне очищення мастила в шарі адсорбенту, при якому процес протікає безперервно, що рухається, без зупинки для періодичної заміни, регенерації, або фільтрування адсорбенту проте застосування цього методу пов'язане з використанням досить складного устаткування, що стримує його широке поширення.

**Іонно-обмінне очищення** – засноване на здатності іонітів (іонно-обмінних смол) затримувати забруднення, диссоціюючі в розчиненому стані на іони. і іоніти є твердими гігроскопічними гелями отримувані шляхом полімеризації і поліконденсації органічних речовин і такі, що не

розчиняються у воді і вуглеводнях. Процес очищення можна здійснити контактним методом при перемішуванні відпрацьованої мастила із зернами іоніту розміром 0,3 – 20мм, або преколяційним методом при пропусканні мастила через заповнену іонітом колону [17]. В результаті іонообміну рухливі іони в просторових ґратах іоніту замінюються іонами забруднень. Відновлення властивостей іонітів здійснюється шляхом їх промивання розчинником, сушки і активації 5% -вим розчином їдкого натру. Іонно-обмінне очищення дозволяє видаляти з мастила кислотні забруднення, але не забезпечує затримки смолянистих речовин.

**Селективне очищення** – відпрацьованих мастил засноване на виборчому розчиненні окремих речовин, що забруднюють мастилу: кисневих, сірчастих і азотних з'єднань, а також при необхідності поліциклічних вуглеводнів з короткими бічними ланцюгами погіршуючих вязкостно-температурні властивості мастил. В якості селективних розчинників застосовуються фурфурол, фенол і його суміш з крезолом, нітробензол, різні спирти, ацетон, м'ятив, етиловий кетон і інші рідини. Селективне очищення може проводитися в апаратах типу “змішувач – відстійник” у поєднанні з випарниками для відгону розчинника (ступінчаста екстракція) чи в двох колонах – екстракційної для видалення з мастила забруднень і ректифікацією для відгону розчинника (безперервна екстракція). Другий спосіб економічніше і отримав ширше застосування. Різновидом селективного очищення є обробка відпрацьованої мастила пропаном, при якій вуглеводні мастила розчиняються в пропані, а асфальтосмолисті речовини, що знаходяться в мастилі в колоїдному стані, випадають в осад.

**Хімічні методи** – очищення засновані на взаємодії речовин, що забруднюють відпрацьовані мастила, і реагентів, що вводяться в ці мастила. При цьому в результаті хімічних реакцій утворюються з'єднання, що легко видаляються з мастила. До хімічних методів очищення відноситься кислотне і лужне очищення, окислення киснем, гідрогенізація, а також осушення і очищення від забруднень за допомогою оксидів, карбідів і гідридів металів.

Найчастіше використовуються:

– *Сірнокислотне очищення* – по числу установок і об'єму сировини, що переробляється, на першому місці у світі знаходяться процеси із застосуванням сірчаної кислоти. В результаті сірнокислотного очищення утворюється велика кількість кислого гудрону – важко утилізованого і екологічно небезпечного відходу. Крім того сірнокислотне очищення не забезпечує видалення з відпрацьованих мастил поліциклічних аренов і високотоксичних з'єднань хлору.

– *Гідроочищення* – процеси гідрогенізацій все ширше застосовуються при переробці відпрацьованих мастил. Це, пов'язано як з широкими можливостями отримання високоякісних мастил, збільшення їх виходу так і з великою екологічною чистотою цього процесу в порівнянні з сірнокислотним і адсорбційним очищеннями. Недоліки процесу гідроочищення – потреба у великих кількостях водню, а поріг економічної доцільності продуктивності (за зарубіжними даними) складає 30 – 50 тис. т/рік. Установка з використанням гідроочищення мастил, як правило, блокується з відповідним нафтопереробним виробництвом, що має надлишок водню і можливість його рециркуляції.

– *Процеси із застосуванням натрію і його з'єднань* – для очищення відпрацьованих мастил від поліциклічних з'єднань (смоли), високотоксичних з'єднань хлору, продуктів окислення і присадок застосовуються процеси з використанням металевго натрію. При цьому утворюються полімери і солі натрію з високою температурою кипіння, що дозволяє відігнати мастилу. Вихід очищеної мастила перевищує 80%. Процес не вимагає тиску і каталізаторів, не пов'язаний з виділенням хлоро- і сірководня. Декілька таких установок працюють у Франції і Німеччині. Серед промислових процесів з використанням суспензії металевго натрію в нафтовій мастилі найбільш широко відомий процес Resyclon (Швейцарія). Процес Lubrex з використанням гідроксиду і бікарбонату натрію (Швейцарія) дозволяє переробляти будь-які відпрацьовані мастила з виходом продукту до 95%.

## 2.2 Схема переробки мастила

Моторні масла працюють у винятково важких умовах. Іншим мастильним матеріалам, що застосовуються у автомобілях - трансмісійним мастилях і пластичним змащеням, - незрівнянно легше виконувати свої функції, не втрачаючи потрібних властивостей, так як вони працюють в середовищі відносно однорідною, з більш - менш постійними температурою, тиском і навантаженнями. У моторних же режим "рваний" - одна і та ж порція масла тривалий час піддається щосекундні перепадів теплових і механічних навантажень, оскільки умови мастила різних вузлів двигуна далеко не однакові. Крім того, моторне масло піддається хімічній дії - кисню повітря, інших газів, продуктів неповного згоряння палива, та й самого палива, яке неминуче потрапляє в масло, хоча і в дуже малих кількостях.

Працююче мастило безперервно змінюється під впливом високої температури, окислюючого середовища, зовнішніх забруднень, каталізаторів (продуктів зносу металевих поверхонь) і інших чинників. Сукупність процесів, що супроводжуються зміною складу і властивостей працюючої мастила в несприятливому напрямі, називають старінням мастила [16].

Мастиля, що містять забруднюючі домішки, нездатні задовольняти вимогам, що пред'являються до них, і мають бути замінені свіжими мастилями. Відпрацьовані мастиля збирають і піддають регенерації з метою збереження цінної сировини. Одним з найбільш перспективних і економічно вигідних, шляхів поведінки з відпрацьованими мастилями, є їх регенерація і повторне використання.

Регенерація мастил – економічно виправдана технологія яка дозволяє зменшити екологічні навантаження на довкілля в результаті зменшення кількості мастила, яку потрібно утилізувати. Залежно від процесу регенерації отримують 2 – 3 фракції базових мастил з яких компадуванням і введенням присадок можуть бути виготовлені товарні мастиля (моторні, трансмісійні, гідравлічні, пластичні мастиля). Середній вихід регенованого мастила з

відпрацьованого, такого, що містить приблизно 2 – 4% твердих забруднюючих домішок і воду, до 10% палива, складає 70 – 85% залежно від вживаного способу регенерації [14]. Проте продукти фізико-хімічних перетворень мастила і домішки, що потрапляють ззовні, складають незначну частину в загальному об'ємі відпрацьованих технічних мастил і за допомогою певних методів можуть бути видалені. Зазвичай сучасні технологічні процеси відновлення якості відпрацьованих нафтових мастил з метою їх подальшого використання по прямому призначенню є багатоступінчастими і в загальному вигляді включають етапи, представлені на рисунку 2.1.

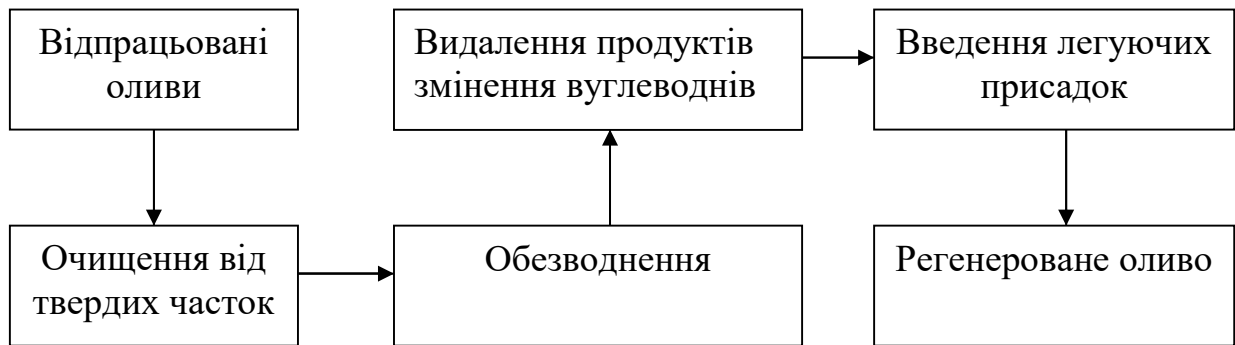


Рисунок 2.1 – Стадії процесу регенерації відпрацьованих технічних мастил

Окремі етапи процесу регенерації відпрацьованих мастил можуть виключатися, поєднуватися, або виконуватись в іншій послідовності залежно від конкретних фізико-хімічних властивостей регерованої мастила і особливостей технологічних операцій вибраних для відновлення якості цієї мастила. Нині для регенерації відпрацьованих мастил використовують фізичні, фізико-хімічні і хімічні методи. Основні з цих методів і вживане при їх реалізації технологічне устаткування представлені в Додатку А.

Необхідно відмітити, що при регенерації мастил можливо отримувати базові мастила, за якістю ідентичні свіжим, причому вихід мастил залежно від якості сировини складає 80 – 90%, таким чином, базові мастила можна регенерувати, ще принаймні двічі, але це можливо реалізувати за умови

застосування сучасних технологічних процесів. Однією з проблем, утилізації відпрацьованих моторних мастил, що різко знижує економічну ефективність, є великі витрати, пов'язані з їх збором зберіганням і транспортуванням до місця переробки.

Переробити відпрацьовані моторні мастила спільно з нафтою на НПЗ не можна, оскільки присадки, що містяться в мастилах, порушують роботу нафтопереробного устаткування.

Організація міні-комплексів по регенерації мастил для задоволення потреб невеликих територій (краї, області, або міста з населенням 1-1,5 млн. чоловік) дозволить знизити транспортні витрати, а отримання високоякісних кінцевих продуктів – моторних мастил і консистентних мастил, наближає такі міні-комплекси по економічній ефективності до виробництв цих продуктів з нафти. Таким вимогам відповідає оптимальна блок-схема регенерації відпрацьованих мастил представлена на графічному аркуші формату А1.

### **2.3 Технології і технічні засоби регенерації відпрацьованих мастил**

Мастила з високою мірою забруднення і окислення піддають регенерації на спеціальних установках. Більшість регенерованих мастил складають моторні. Регенерація відпрацьованих мастил включає фізичну і хімічну обробки, в результаті яких з мастила практично повністю віддаляються суспензовані і розчинені чужорідні речовини, продукти старіння і продукти, чутливі до старіння, а також присадки, що збереглися в мастилах. За кордоном регенерацію відпрацьованих мастил проводили на численних дрібних і середніх підприємствах потужністю 5 – 20 тис. т./рік, які зазвичай розташовувалися поблизу центрів по збиранню відпрацьованих мастил. Останнім часом число таких підприємств скоротилося, спостерігається тенденція створення більших – потужністю 40 – 150 тис. т./рік. Середній вихід регенерованої мастила з відпрацьованого, такого, що



містить 10 % твердих забруднюючих домішок і воду, 2 – 4 % розбавленого палива, складає 70 – 85 % залежно від вживаного способу регенерації [13]. Труднощі виникають із-за неоднорідної сировини і хімічної структури регенованих мастил. У більшості випадків у відпрацьованих мастилах містяться присадки, які необхідно видаляти, оскільки вони розкладаються при температурі перегонки. На установках з прямим нагрівом без регулювання температури можуть протікати реакції крекінгу, що викликає необхідність додаткового очищення дистилатів і важких залишків. Очищення включає шість етапів (див.табл. 2.1). Вторинні рафинати (регенеровані мастила) використовують без додаткової обробки в якості базових мастил для приготування товарних композицій [18,19].

Таблиця 2.1 – Етапи очищення мастила

Ступінь	Призначення	Процес
1	Глибоке видалення води і механічних домішок	Осадження
2	Видалення низькокиплячих фракцій і залишкової води	Атмосферна перегонка при 250° С
3	Видалення продуктів окислення і присадок	Сірнокіслотне очищення, очистка з нейтралізуванням вапном
4	Видалення кислого гудрона	Злив, фільтрування
5	Розділення на малов'язкий, або середнев'язкий дистиланта і осад	Вакуумная перегонка (8...10 кПа)
6	Відбілювання і стабілізація фракцій	Очистка відбілюючою глиною

Важкі газойлі і залишки, що отримуються при перегонці, використовують як паливо для власних потреб підприємства і виробництва

пари. Кислий гудрон нейтралізують вапном, перемішують з відпрацьованою мастилою і спалюють в спеціальних пічах. Там де це неможливо із-за викидів діоксиду сірки, кислий гудрон може використовуватися в якості сировини для виробництва сульфатів. Фірма “Meinken” (ФРН) розробила технологію при якій кислий гудрон перемішують з відбілювальною глиною і використовують як паливо для виробництва цементу без негативних наслідків для якості цементу і довкілля. Нині цей процес застосовується більш ніж на 40 установках в Європі, Африці, США і на Близькому Сході [20]. Процес, розроблений голландською фірмою “Kinetics Technology Jnt” в співпраці з “Culf Science and Techn” може застосовуватися для обробки широкого асортименту відпрацьованих мастил. У схемі цього процесу відсутній ступінь кислотного очищення. Отже, присадки, як чужорідні речовини, повинні піддаватися видаленню дистиляцією (і залишатися у залишку) чи конверсії в придатні продукти за допомогою гідрування. Присадки не повинні впливати на каталітичну активність каталізатора гідроочищення, тому, наприклад, мастильно-охолоджувальні рідини, що містять галогеноуглеводні не можна обробляти за допомогою цього процесу. Вихід цільового продукту складає 80 – 85 %. Забруднення і воду з відпрацьованих мастил видаляють осадженням. Залишки води і компоненти бензину відганяють в атмосферній колоні, а газойлеву фракцію виділяють на окремому ступені. На подальшому ступені мастильні мастила випаровують вакуумною перегонкою і фракціонують шляхом фракційної конденсації. Забруднення, присадки і частину продуктів окислення видаляють у вигляді осаду. Дистиляти піддають гідроочищенню відгону легких фракцій і використовують як базові мастила для створення цільових продуктів.

Фірмою “Филипс Петролеум” (США) розроблений процес регенерації відпрацьованих моторних мастил “PROP”, що відрізняється простотою і компактністю. Використання на стадії попереднього очищення сульфатів і фосфатів алюмінію з подальшою доочисткою дозволяє майже повністю

видалити з мастила метали присадок і понизити зольність до рівня утримування їх у свіжих мастилах. Останнім часом за кордоном все більша увага приділяється новим фізичним методам регенерації відпрацьованих мастил мембранній ультра- і мікрофільтрації. Це, головним чином, пов'язано з технологічною простотою, високою ефективністю малою матеріаломісткістю і енергоємністю мембранних процесів. Методи мембранної фільтрації дозволяють ефективно виділити з величезних об'ємів відпрацьованих мастил усі забруднення, що містяться там.

Японська фірма “Каваками” розробила автоматичну установку для ультратонкого очищення мастил. Вона підключається до мастильної системи і очищає мастила з тонкістю 0,02 – 0,1 мкм за допомогою мембранних матеріалів, що фільтрують. Особливістю установки є можливість зміни потоку мастила, що очищається, що дозволяє промивати елемент, що фільтрує тим самим збільшуючи термін його служби. Промивання елемента здійснюється впродовж 60 – 90 сек. інтервалом 1 – 2 год. Пропускна спроможність одного фільтроелемента 10 – 15 л/год. Технологічні схеми вживаних в СНД установок для регенерації відпрацьованих мастил вибираються залежно від кількості, характеру і природи забруднень, що містяться в мастилі, і домішок, а також фізико-хімічних властивостей регенованої мастила. Так для регенерації відпрацьованих зневоднених індустриальних мастил застосовується установка РИМ-62 продуктивністю 45 кг/год. Вона складається з контактного апарату з мішалкою і підігрівачем, насоса, фільтр-преса.

Саратовським науково-дослідним технологічним інститутом розроблені малогабаритні відцентрові установки СОГ-903, СОГ-904А і УМЦ-901А з гідроочисником ПЦН-907А, або ПЦН-Э08А [21]. Робочий орган гідроочисника – насос-центрифуга з тонкошаровою спіральною вставкою для центрифугування забруднень і напірним диском для перекачування рідини. Установки забезпечують очищення від механічних забруднень розміром 1 – 5 мкм. Брудомісткість ротора 300 г. При регенерації трансформаторних

мастил застосовують фільтр-сепаратор типу СТ-200, який затримує практично усю вільну воду і частки забруднень розміром більше 15 мкм, знижуючи при цьому їх вміст до 0,02 – 0,03.

ГОСНИТИ розроблений комплект устаткування для очищення гідравлічних і трансмісійних мастил. Конструктивно комплект устаткування є двома пересувними установками УГОМ і УМЦ-901А. Установка УГОМ призначена для нагрівання і попередньої (грубої) очистки мастил, УМЦ-301А – остаточного (тонкого) очищення. На базі очисника молока ОМ-1 у ВИИТиН розроблена установка для очищення відпрацьованих мастил УОМ-1. Забруднена мастил нагрівається у баку, по трубопроводу через кран самопливно поступає в очисник і далі на видачу. Результати фізико-хімічного аналізу мастила, очищеної на установці УОМ-1, показують, що вміст механічних домішок зменшується в 2 – 3 рази і більше, при цьому досягаються 15 – 16 клас чистоти [22]. Проте нині забезпечення 15 – 16 класів чистоти повторно використовуваного моторного мастила не дозволяє експлуатувати його в більш навантажених вузлах і агрегатах складної сільськогосподарської техніки. Враховуючи переважаюче застосування грубішого очищення нафтопродуктів, подальше підвищення ефективності способів очищення є важливим науково-практичним завданням, успішне рішення якого має велике народногосподарське значення і може дати значний економічний ефект за рахунок зниження витрат на змінювані вузли і деталі машин, а також експлуатаційних витрат на процес очищення. Рішення цієї задачі можливе шляхом застосування нових, перспективних методів очищення з використанням доступних засобів і способів регенерації в умовах сільськогосподарського підприємства [9]. Нижче представлені деякі розробки Всеросійського науково-дослідного і проектно-технологічного інституту по використанню техніки і нафтопродуктів в сільському господарстві (ВИИТиН, м. Тамбов) спрямовані на рішення вказаних завдань і такі, що знайшли широке застосування в АПК і інших галузях.

## 2.4 Установки для очищення і регенерації відпрацьованих мастил

Як відзначалося раніше, в мастильних мастилах після видалення з них забруднень відновлюються основні експлуатаційні властивості, і вони можуть повторно використовуватися по прямому призначенню, або в менш навантажених вузлах машин. До теперішнього часу рішення цього нескладного навіть для невеликих сільськогосподарських підприємств завдання стримується рядом чинників : в першу чергу відсутністю простого і ефективного устаткування для очищення мастил від забруднень і води в господарствах з парком тракторів від 5 до 20 одиниць. Такими господарствами, як правило, являються, або фермерські, або бригади, віддалені від центральної садиби, або невеликі сільськогосподарські товариства.

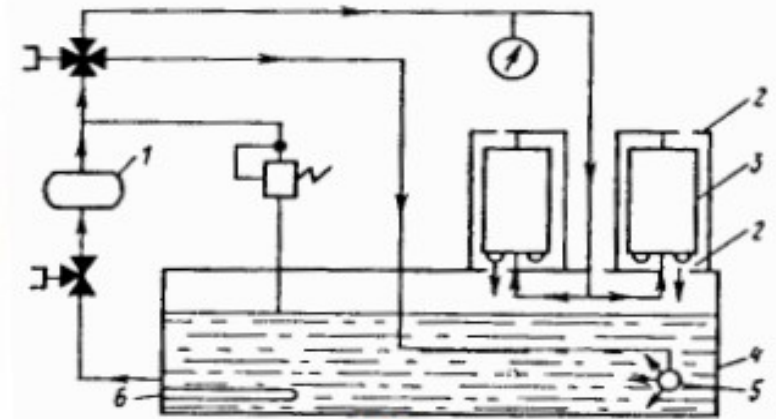
### **Установка для очищення відпрацьованих мастил УОМ-ЗМ.**

Дослідженнями і випробуваннями встановлено, що в сильнозабруднених моторних, компресійних, гідравлічних і трансмісійних мастилах (після видалення з них забруднень) відновлюються їх основні експлуатаційні властивості, і вони можуть використовуватися по своєму прямому призначенню. У інституті ВІИТиН розроблена установка УОМ-ЗМ для очищення відпрацьованих мастил рисунок 2.2.

В якості робочого органу установка оснащена реактивними мастильними центрифугами. Забруднену мастилу закачують насосом у бак установки і підігрівають за допомогою електронагрівача до робочої температури. Після прогрівання і перемішування мастило насосом направляють під тиском 0,7 – 0,9 МПа в центрифугу, де відбувається осадження забруднень мастило ж, виходячи з сопел центрифуг, зливається назад у бак установки. Оскільки розділяючий чинник центрифуг установки значно вищий, ніж у тракторних очисників, осадження на стінки роторів відбувається інтенсивніше, а тонкість очищення досягає 5 – 10 мкм по абразивних частках [21].



а)



б)

Рисунок 2.2 – Установка для очищення відпрацьованих мастил УОМ-3М

а – загальний вид; б – гідравлічна схема.

1-насос, 2,3-реактивні центрифуги, 4-бак для мастила,  
5-перемішуючий пристрій, 6-електронагрівач.

Вода, що міститься в мастилі, виділяється у вигляді пароповітряної суміші із зони гідрореактивного приводу роторів за рахунок раціонально організованої вентиляції мастильного бака і внутрішніх порожнин корпусів центрифуг. Конструкція установки дозволяє видаляти з відпрацьованих моторних мастил асфальто-смолисті забруднення, зосереджені в частках розміром 1 – 3 мкм. Розроблений ВІИТиН спосіб очищення моторних мастил з їх освітленням на установці УОМ-3М передбачає застосування розділяючого агента (мінерального добрива), доступного для будь-якого сільськогосподарського підприємства.

Суть нового способу очищення полягає в можливості застосування розділяючого агента коагулюючеадсорбційного типу. При цьому вдається уникнути “жорстких” дій на активну частину присадки, а процес укрупнення найдрібніших забруднень відбувається без розриву хімічних зв’язків [22]. Порівняльні фізико-хімічні показники очищення мастил на установці УОМ-3М звичайним центрифугуванням і центрифугуванням з використанням розділяючого агента (РА) представлені в таблиці. 2.2.

Таблиця 2.2 – Показники якості очистки мастил на установці УОМ-3М

Показники	Мастило			
	Відпрацьоване	Очищене		Свіже М-10 Г <sub>2</sub>
		Звичайним центрифугуванням	З використанням РА	
В'язкість кінематична при 100 °С (мм <sup>2</sup> /с)	7,5	7,7	7,8	11
Масова частка (%), механічних домішок нерозчинний осад води	0,6	0,1	0,01	0,015
	0,8	0,5	0,04	—
	0,3	—	—	сліди
Лужне число (мгКОН/г)	2,5	2,4	2,2	6
Температура спалаху у відкритому тиглі, (°С)	180	182	184	200
Колір в од. ЦНТ, бал	9	8	5	5

Як видно з таблиці, такі показники, як вміст механічних домішок, нерозчинного осаду, води і колір мастила доведені практично до рівня свіжої. В таблиці 2.3 приведена технічна характеристика установки УОМ-3М.

Таблиця 2.3 – Технічна характеристика установки УОМ-3М

Продуктивність на мастилах, кг/ч	
-моторних	60...70
-компресорних	70...90
-трансформаторних	80...90
-індустріальних	90...100
Тонкість очищення, мкм	1...3
Брудомісткість центрифуги, кг	8
Місткість баку, л	100
Маса, кг	250
Число обслуговуючого персоналу	1

У ВІИТиН розроблена установка УОМ-5 для очищення працюючих і відпрацьованих мастильних масил від механічних домішок, води і частково продуктів окислення мастила рисунок 2.3.

Оскільки розділюючий чинник центрифуги установки значно вищий, ніж у тракторних відцентрових очисників осадження забруднень на стінку ротора відбувається інтенсивніше і тонкість очищення набагато вища.

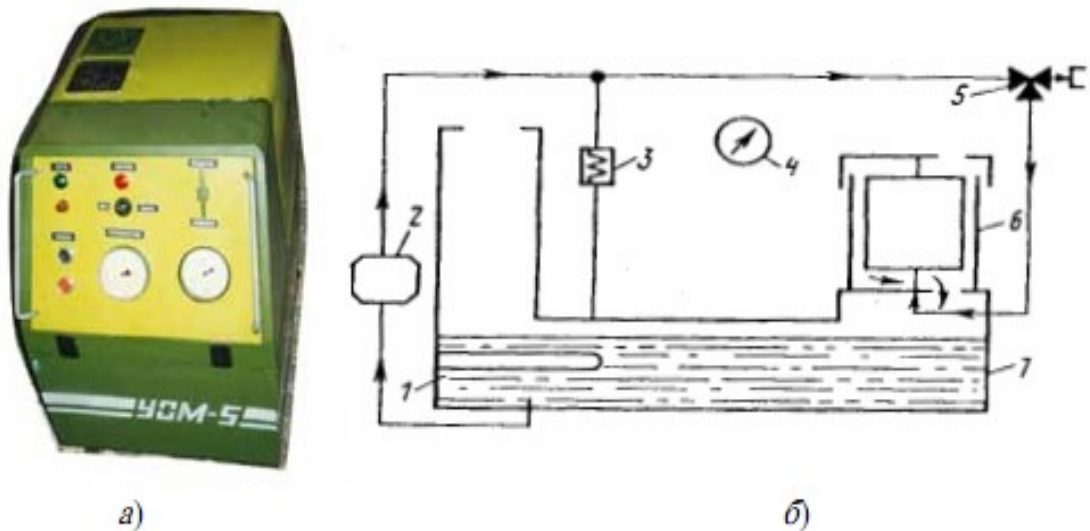


Рисунок 2.3 – Малогабаритна установка УОМ-5 для очистки масил  
а – загальний вид; б – гідравлічна схема.

1-ТЕН, 2-насос, 3-запобіжний клапан, 4-датчик тиску, 5-кран,  
6-центрифуга, 7-місткість.

Вода, що міститься в мастилі, віддається у вигляді пароповітряної суміші із зони гідрореактивного приводу ротора за рахунок раціонально спроектованої вентиляції мастильного бака і внутрішньої порожнини корпусу центрифуги. Для досягнення вищої міри очищення – видалення практично усіх асфальтосмолистых з'єднань, що знаходяться в забрудненому мастилі, – передумовлена робота установки с використанням розділюючого агента – карбамида. Основні фізико-хімічні показники якості очистки масил представлені в таблиці 2.4.



Таблиця 2.4 – Показники якості очистки мастил на установці УОМ-5

Показники	Мастило		
	Відпрацьоване моторне	Очищенне	М-10Г2к
В'язкість кінематична при 100 °С (мм <sup>2</sup> /с)	7,9	8,3	11±0,5
Масова частка (%), механічних домішок	0,8	0,01	0,015
нерозчинний осад	1,1	0,1	—
води	0,3	—	сліди
Лужне число (мг КОН/г)	2,9	2,7	6
Температура спалаху у відкритому тиглі, (°С)	180	185	200
Колір в од. ЦНТ, бал	9	6	5

Установка відрізняється простотою конструкції і її доцільно використовувати в господарствах з невеликим об'ємом збирання мастил. Технічна характеристика установки представлена в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Технічна характеристика установки УОМ-5

Тип	Пересувний
Продуктивність, кг/ч	20...40
Тонкість очищення, мкм	1...3
Робоча температура мастила, °С	95±5
Час нагріву мастила	20
Місткість баку, л	40
Споживна потужність, кВт	3
Габаритні розміри, мм	600×500×600
Маса, кг	70
Число обслуговуючого персоналу	1

### Установка для очищення відпрацьованих мастил УОМ-6.

Проведені тривалі виробничі випробування існуючих установок і відгуки споживачів мастил зумовили необхідність розробки установки з вищою продуктивністю очищення. Для здійснення поставленого завдання було прийнято рішення поєднати операції нагріву і очищення мастил, що дало можливість підвищити продуктивність установки без значного збільшення її матеріало- і енергоємності.

Принципова гідравлічна схема установки УОМ-6 і її зовнішній вигляд представлені на рисунку 2.4.

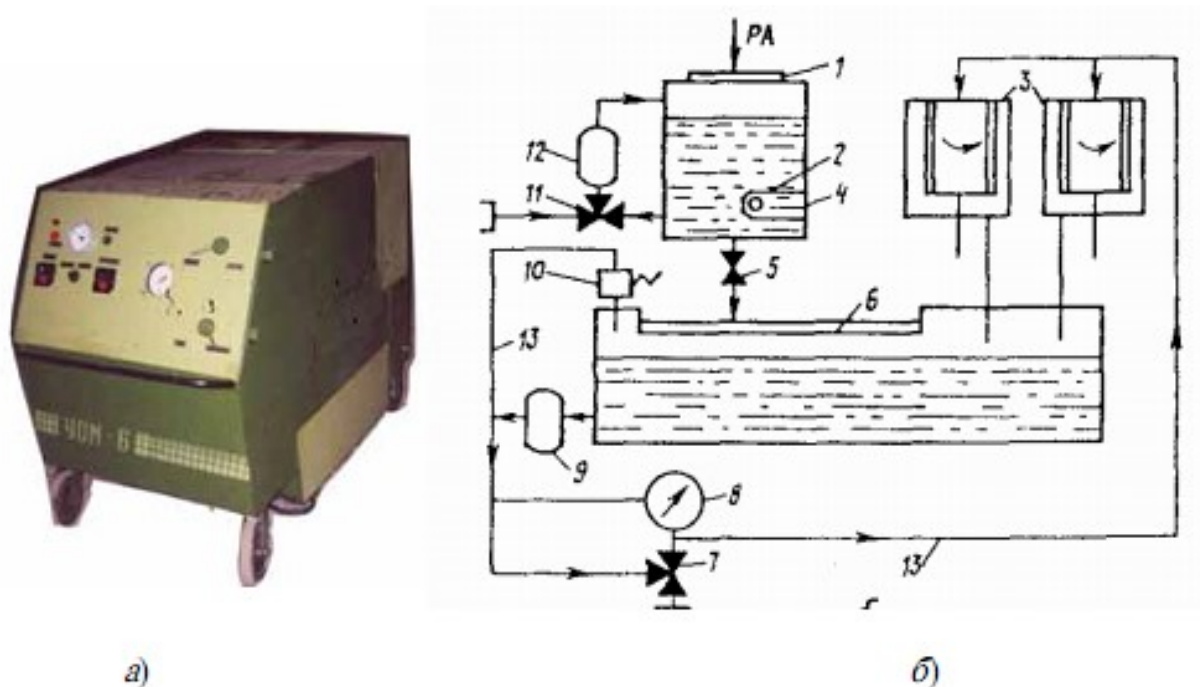


Рисунок 2.4 – Установка для очищення відпрацьованих мастил УОМ - 6

а – загальний вид; б – гідравлічна схема.

1-фільтр, 2-ТЕН, 3-центрифуга, 4-бак реактор, 5,7,11-крани,  
6-основний бак, 8-манометр, 9-насос, 10-запобіжний клапан,  
12-шестерінчатий насос, 13-трубопроводи.

Технологічний процес очищення мастила з освітленням відбувається таким чином: що забруднене, що відпрацювало мастило закачують насосом в термобак-реактор і підігрівають до температури  $90 \pm 5$  °С, після нагріву в

мастило вводиться розділяючий агент і суміш перемішують за допомогою шестерінчастого насоса; підготовлену для очищення мастило зливають в основний бак через вставку, що фільтрує, для збору великих часток забруднень, потім мастило очищають за допомогою центрифуг і перекачують у баки-накопичувачі для зберігання, або видають споживачеві. Виробничі випробування в цілому підтвердили закладені при проектуванні показники.

Результати аналізу фізико-хімічних показників очищеного і початкового відпрацьованої мастила представлені таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Показники якості очистки мастил на установці УОМ-6

Показники	Мастило	
	Відпрацьоване	Регенороване
В'язкість кінематична при 100 °С (мм <sup>2</sup> /с)	8,8	8,4
Масова частка (%), механічних домішок	0,8	0,018
нерозчинний осад	1,2	0,15
води	0,8	—
Температура спалаху у відкритому тиглі, (°С)	170	175
Лужне число (мг КОН/г)	3,5	3,0
Кислотність (мг КОН/г)	0,41	0,25
Колір в од. ЦНТ, бал	більше 9	5...6

Таблиця 2.7 – Технічна характеристика установки УОМ-6

Продуктивність, кг/год.	80...100
Номінальна тонкість очищення, мкм	1...3
Вміст механічних домішок в очищенні мастил, (%)	0,02

## Продовження таблиці 2.7

Клас чистоти очищеного мастила по ГОСТ 17216 - 71	13...14
Місткість, л	
-термобака	100
-бака для очистки	100
Габаритні розміри, мм	1400×850×110
Маса, кг	3000
Кількість обслуговуючого персоналу	1

**Багатофункціональна установка “Восстмас”** для відновлення експлуатаційних властивостей відпрацьованих мастил. В останні роки організації, що займаються питаннями відновлення мастила, у зв'язку з новими економічними умовами пред'являють усе більш жорсткі вимоги до їх якості з одночасним зменшенням металло- і енергоємності устаткування. Вирішуючи завдання вдосконалення методів і засобів відновлення експлуатаційних властивостей відпрацьованих мастил, ВИИТиН розробив багатофункціональну установку “Восстмас” рисунок 2.5.

Установка змонтована на колесах для переміщення її усередині приміщення. Бак місткістю 100 л виготовлений у вигляді прямокутної ємності зі вбудованим пристроєм для перемішування. Усередині бака знаходяться два ТЭНа потужністю по 2 кВт кожен. У баку є заливна горловина з сіткою, що фільтрує, збоку бака є вікно для очищення забруднень при технічному обслуговуванні установки. На панелі управління знаходяться кнопчна станція для включення в роботу центрифуг, системи вентиляції і диспергатора-стабілізатора, запобіжник, манометричні термометри, тумблери включення насосів і ТЭНів, крани перемикачів.

Установка працює таким чином.

Відпрацьоване моторне мастило насосом установки закачується у бак. Включенням ТЭНів мастило нагрівається до  $95 \pm 5$  °С. Підготовка суміші розділяючого агента проводиться в наступній послідовності: в ємність для перемішування заливається 0,5 л води, потім туди ж вноситься 500 г

карбаміду, який підігрівається нагрітою мастилою і перемішується.

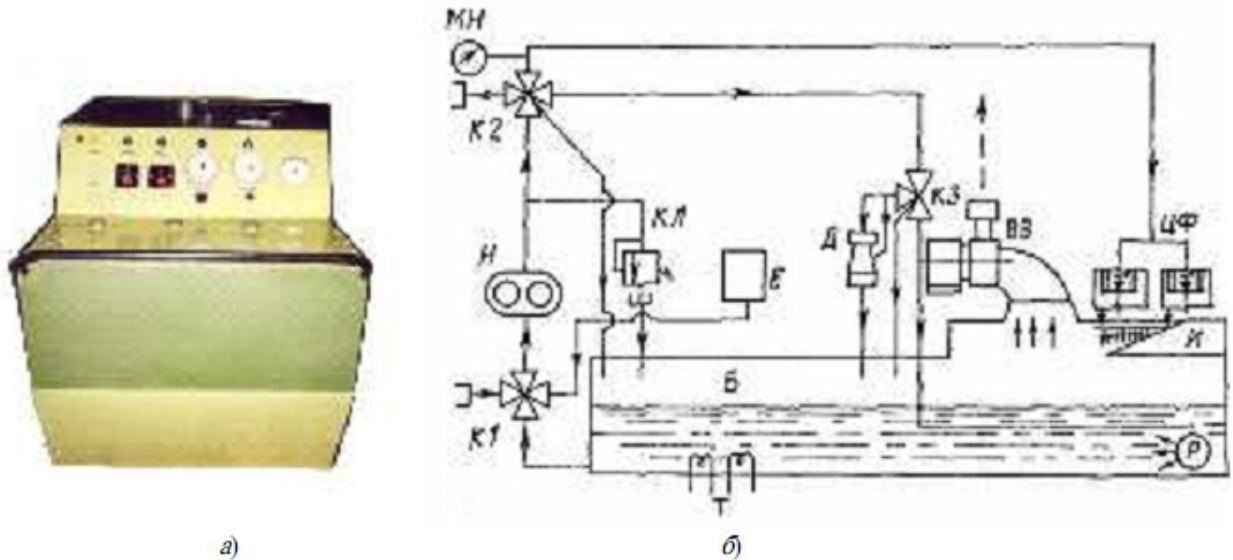


Рисунок 2.5 – Багатофункціональна установка “Восстмас”

а – загальний вид; б – принципова пневмогідравлічна схема

(ЦФ) центрифуга очистна, (Б) бак для мастила, (Н) насос, (И) індукційнонагрівальний блок, (ВВ) блок видалення паливних фракцій і пари води, (Д) диспергатор-стабілізатор, (КЛ) системи мастилопроводів із замочною арматурою, (Е) блок внесення розділюючого агента і збагачуючих присадок, (Т) нагрівальний елемент, (МН) блок контрольно-виміральної апаратури.

Підготовлений розчин розділюючого агента в процесі перемішування мастила вноситься в основну масу за допомогою насоса або спеціального пристрою і кранів. Після внесення розділюючого агента і його перемішування з мастилою перемикається кран і починається очищення мастила у відцентровому полі. Видаливши основні забруднення впродовж 25 – 30 хв. очищення, включають в роботу індукційний нагрівач, що видаляє паливні фракції і тим самим підвищує температуру спалаху мастила, що очищується. Температура поверхні нагріву на випарнику перевищує 250°C, що дозволяє видаляти з мастила газойливі фракції [26]. Застосування індукційного нагрівача розташованого у баку під центрифугами (злив мастила з центрифуг відбувається на поверхні індукційних нагрівальних пластин), дозволяє за 25 – 30 хв. роботи підняти температуру спалаху і кінематичну в'язкість

(видаляючи паливо) до рівня свіжої мастила. Наступна операція по відновленню експлуатаційних властивостей мастил полягає в насиченні мастил присадками для його повної регенерації. У ємність для приготування розділяючого агента вносяться 1% присадки ДФ-11 і 3% присадки З-150. Після 0,5 год. очищення відкривається кран диспергатора, і в мастило, що очищається, вносяться присадки для його збагачення. Далі в процесі перемішування йде введення присадок в мастило, що очищається. У таблиці 2.8 представлені фізико-хімічні показники відновленого на установці “Восстмас” мастила. По своїм фізико-хімічним показникам відновлене мастило практично не відрізняється від свіжого моторного мастила М-10 Г<sub>2к</sub>.

Таблиця 2.8 – Показники відновлення мастила на установці “Восстмас”

Показники	Мастило	
	Відпрацьоване	Регенороване
В'язкість кінематична при 100 °С (мм <sup>2</sup> /с)	7,2	9,5
Вміст нерозчинного осаду, (%)	1,0	0,08
Лужне число (мг КОН/г)	3,5	5,5
Кислотність (мг КОН/г)	0,8	0,1
Вміст води, (%)	0,3	—
Температура спалаху у відкритому тиглі, (°С)	170	200
Колір в од. ЦНТ, бал	9	5

Установка для приготування суміші присадок призначена для рівномірного внесення і “втирання” розчину висококонцентрованої суміші мастила з присадками в регенороване мастило рисунок 2.6.

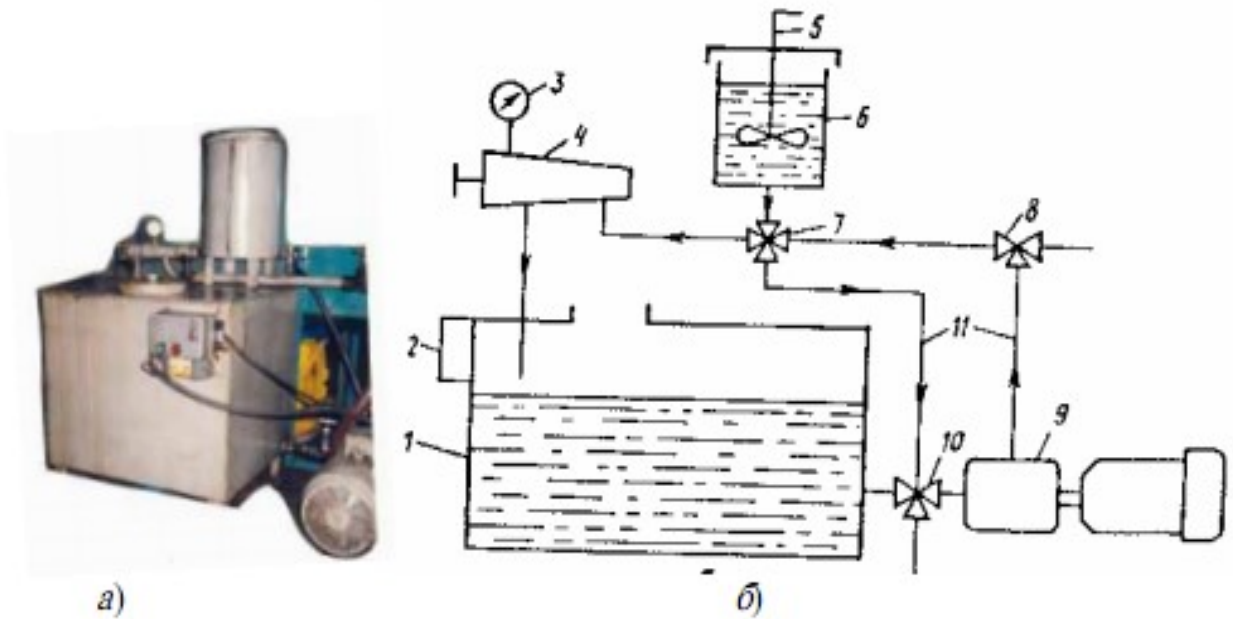


Рисунок 2.6 – Установка для збагачення мастила присадками.

а – загальний вид; б – гідравлічна схема.

1-місткість для сировини, 2-пульт керування, 3-манометр, 4-диспергатор-стабілізатор, 5-мішалка, 6-емність для присадок, 7,8,10-крани, 11-мастилопровід.

Таблиця 2.13 – Технічна характеристика установки для приготування присадок

Тип	Стационарний
Продуктивність, кг/год.	100
Місткість, л	
-для сировини	100
-приготування маточного розчину	10
Споживна потужність, кВт	1,5
Температура мастила і суміші, °С	70...80
Габаритні розміри, мм	600×700×1500
Маса, кг	80
Кількість обслуговуючого персоналу	1

## 2.5 Установки, які можна придбати фізичній особі

Установка регенерації мастил УВР – 0,1 рисунок 2.6 призначена для очищення від механічних домішок, освітлення і регенерації мінеральних моторних, гідравлічних, компресорних мастил, а вже потім легших електроізоляційних трансформаторних і турбінних мастил. Установка регенерації мастил дозволяє очищати і освітлювати моторні та індустріальні мастила за допомогою сорбенту. У таблиці 2.14 представлена характеристика установки.



Рисунок 2.6 - Установка регенерації мастил УВР – 0,1.

Таблиця 2.14 – Технічна характеристика установки УВР – 0,1

Продуктивність по регенерації мастил, кг/год.	50 – 150
Продуктивність по очищенню і освітленню дизельного палива, кг/год.	150 – 350
Витрати сорбенту, % від маси мастила	3 – 10
Загальна потужність нагрівачів, кВт	1,6
Встановлена потужність, кВт	4,2



## Продовження таблиці 2.14

Тонкість очищення, мкм	
- вхідного	25
- вихідного	3
Маса установки, кг	750
Ціна установки, грн.	240000
Ціна 1000 кг, сорбенту, грн.	2800

Установка регенерації відпрацьованих мастил УОМ – 100 призначена для регенерації відпрацьованих моторних, індустриальних, компресорних і трансформаторних мастил (рисунку 2.7). Унікальна технологія очищення мастил, що не дає викидів в довкілля газів, рідких і твердих шкідливих речовин:

- не вимагає високої кваліфікації робітника;
- очищає і освітлює до товарного стану;
- не чинить високотемпературної дії;
- низькі енерговитрати;
- повністю автоматизоване управління;
- компактне (контейнерне) виконання.



Рисунок 2.7 – Загальний вигляд установки УОМ – 100.

При очищенні відпрацьованого моторного мастила в установці УОМ-100 покращуються його фізико-хімічні показники, такі як: забрудненість, при відновленні експлуатаційних властивостей - лужне число, в'язкість і диспергуюче-стабілізуючі властивості. При призначенні напряму і регламенту використання очищеного відпрацьованого мастила обов'язково потрібна оцінка його основних показників експрес-методами аналізу. Відпрацьовані моторні мастила після очищення за усіма показниками можуть бути використані як гідравлічні мастила.

Відпрацьовані моторні мастила дизельних двигунів після очищення можуть бути використані на двомасил в середнефорсованих двигунах. Можливе додавання в нього загусників і пакету присадок дозволяє отримувати високоякісні мастила. У ємність для приготування розділяючого агента вносяться 1% присадки ДФ-11 і 3% присадки З-150. Після 0,5 год. очищення відкривається кран диспергатора, і в мастило, що очищається, вносяться присадки для його збагачення. Технічна характеристика установки представлена в таблиці 2.15.

Комплектація УОМ-100: Установка УОМ - 100 - 1 шт.; бак-реактор (200 л) - 1 шт., технології очищення відпрацьованих моторних, індустріальних, трансформаторних і компресорних масил - 4 компл.; експрес - лабораторія контролю якості мастила - 1 шт.

Таблиця 2.15 – Технічна характеристика установки УОМ – 100

Продуктивність по:	
- моторному мастилу, кг/год.	90-100
- індустріальному мастилу, кг/год.	140-260
- гідравлічному мастилу, кг/год.	140-260
Тонкість очищення, мкм	1 ... 3
Встановлена потужність, кВт	5,5
Робоча температура, °С	95 ± 5

Продовження таблиці 2.15

Робочий тиск, кгс/см <sup>2</sup>	8 ... 9
Габаритні розміри, мм:	1200 × 900 × 1000
Маса, кг	250

Міні-завод Шаху по регенерації відпрацьованих моторних і індустріальних мастил ПОТРАМ-МАКС дозволяє отримувати мастильні фракції дистилатів в діапазоні температур 350 – 500° С у кількості 72 – 85% від початкової сировини які за основними показниками якості не поступаються свіжим базовим мастилам.

Схема технологічного процесу по переробці відпрацьованих мастил на міні-заводі ПОТРАМ-МАКС представлена на рисунку 2.8.

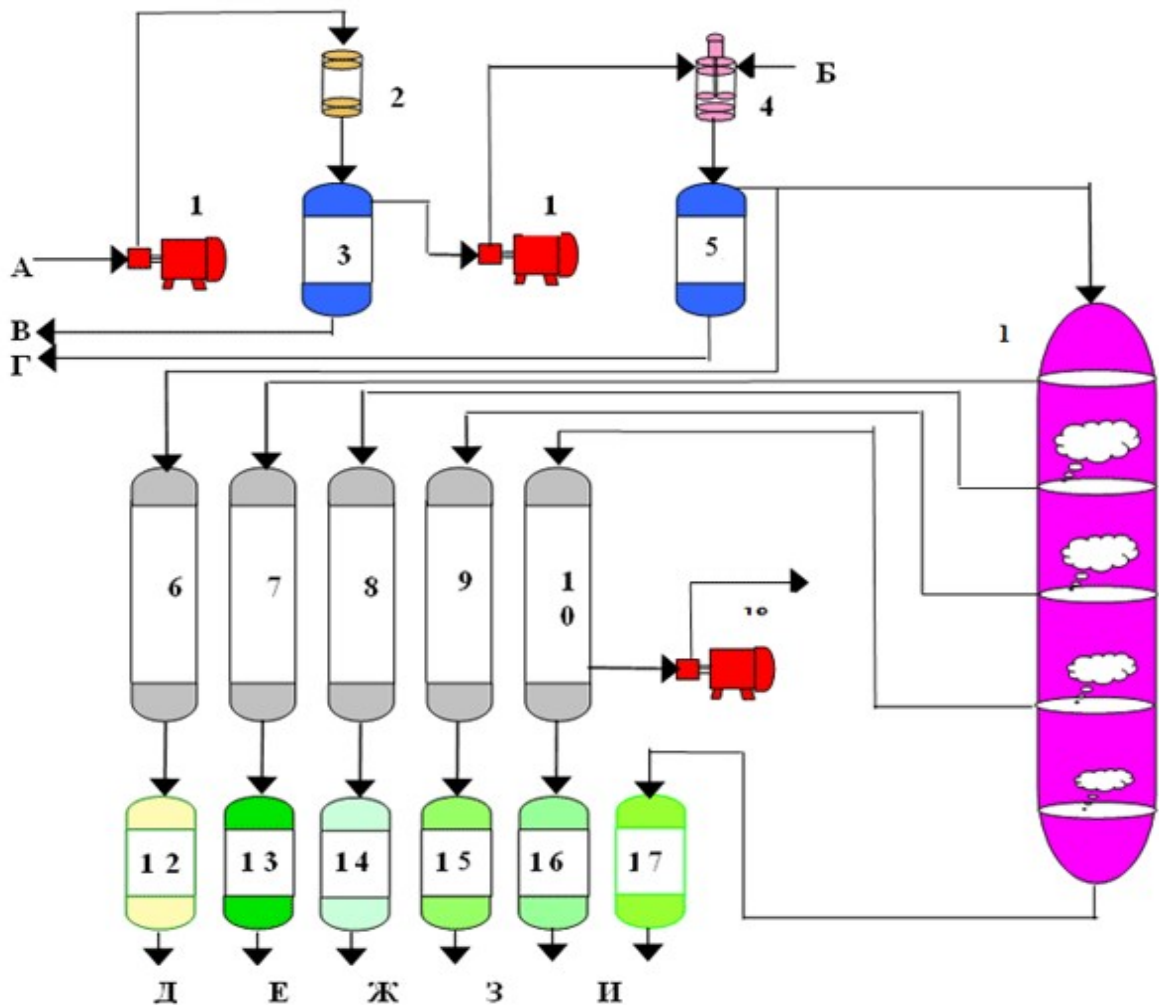


Рисунок 2.8 – Схема технологічного процесу установки ПОТРАМ-МАКС.

Відпрацьовані моторні та індустріальні мастила проходять послідовно декілька етапів очищення:

- очищення від механічних забруднень;
- температурне руйнування емульсій і видалення молекулярної води;
- хімічна обробка забрудненого мастила коагуляторами і видалення відстою;
- видалення бензинових фракцій;
- вакуумна фракційна перегонка мастильної сировини.

## **2.6 Висновки та пропозиції**

1. Регенерація мастил - економічно виправдана технологія, яка дозволяє зменшити екологічні навантаження для навколишнього середовища в результаті зменшення кількості мастил, яке треба утилізувати.

2. Залежно від процесу регенерації отримують 2-3 фракції базових мастил, з яких компаундуванням і введенням присадок можуть бути приготовані товарні масла (моторні, трансмісійні, гідравлічні, пластичні мастила).

3. Однією з проблем, що різко знижує економічну ефективність утилізації відпрацьованих моторних мастил, є великі витрати, пов'язані з їх збиранням, зберіганням і транспортуванням до місця переробки.

4. В якості технологічних процесів звичайно дотримується наступна послідовність методів: механічний, для видалення з олії вільної води і твердих забруднень; теплофізичний (випарювання, вакуумна перегонка); фізико-хімічний (коагуляція, адсорбція). Якщо їх недостатньо, використовуються хімічні способи регенерації мастил, пов'язані із застосуванням більш складного обладнання та великими витратами.

5. Організація міні-комплексів з регенерації мастил для задоволення потреб невеликих територій (краю, області або міста з населенням 1-1,5 млн. чоловік) дозволить знизити транспортні витрати, а отримання високоякісних

кінцевих продуктів - моторних мастил і консистентних мастил, наближає такі міні-комплекси з економічної ефективності до виробництв цих продуктів з нафти.

В залежності від продуктивності і якості очищення та регенерації мастил вартість існуючих на сьогодні установок і комплексів по регенерації відпрацьованих мастил знаходиться в межах від 240 тис. грн до декількох мільйонів гривень. Організація пунктів регенерації відпрацьованих мастил для потреб району, або декількох сусідніх районів буде економічно виправданою.

### **3 ОБГРУНТУВАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОЇ, ЕКОЛОГІЧНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ МОДЕЛІ РЕГЕНЕРАЦІЇ ВІДПРАЦЬОВАНИХ МАСТИЛ**

#### **3.1 Технічні вимоги при регенерації різних за призначенням відпрацьованих мастил**

Необхідність і доцільність збирання відпрацьованих мастил очевидна. Проте цьому не скрізь приділяють однакову увагу. Процесу регенерації відпрацьованих мастил передують декілька попередніх операцій від правильного проведення котрих багато в чому залежить успіх регенерації, тобто отримання мастил високої якості і в необхідному асортименті. До цих операцій відносяться: збирання відпрацьованих мастил в пунктах споживання, зберігання їх, транспортування до місця регенерації.

Основні вимоги до відпрацьованих нафтопродуктів регламентовані ГОСТ 21046-86 [13,23]. Стандарт встановлює три групи відпрацьованих нафтопродуктів таблиця 3.1.

**ОМВ** – мастила моторні відпрацьовані. До них належать автотракторні і авіаційні мастила, в тому числі моторні мастила, які використовувалися у трансмісіях і гідросистемах.

**ОІВ** – мастила індустриальні відпрацьовані. Сюди належать індустриальні мастила, в тому числі виділені з відпрацьованих нафтових емульсій, а також турбінні, компресорні, гідравлічні, вакуумні, трансформаторні, приладові, конденсаторні, кабельні і технологічні.

**СНВ** – суміш відпрацьованих нафтопродуктів, в тому числі нафтопродукти, які застосовувались при очищенні деталей; трансмісійні, осьові мастила і мастила, що не відповідають вимогам груп ОМВ і ОІВ за в'язкістю і температурою спалаху; газовий конденсат, суміш нафти і нафтопродуктів, зібрані під час зачищення резервуарів, трубопроводів, цистерн тощо.

Таблиця 3.1 – Основні показники відпрацьованих нафтопродуктів

<b>Показники</b>	<b>ОМВ</b>	<b>ОІВ</b>	<b>СНВ</b>
Умовна в'язкість при 20 °С, (с) або кінематична в'язкість при 50 °С, (мм <sup>2</sup> /с)	> 40 > 35	13-40 5-35	— —
Температура спалаху у відкритому тиглі, (°С), не нижче	100	120	—
Масова часта, (%), не більше			
- механічних домішок	1	1	1
- води	2	2	2
Вміст фракцій, що википають до 340 °С, (%), не більше	10	10	—
Температура застигання фракцій, що википають до 340 °С, не вище	-10	-10	—

Таблиця дає змогу зробити висновок, що групи ОМВ і ОІВ призначені для регенерації (ОІВ – для регенерації і очистки), група СНВ – для переробки на нафтопереробних заводах у суміші з нафтою, а також як компонент котельного палива.

Збирання відпрацьованих нафтопродуктів нормується для кожного міністерства; при цьому враховуються особливості виробництва, встановлюються свої норми у відсотках від витрати свіжих мастил. Нормується збирання моторних та індустріальних мастил.

У кожному господарстві (підприємстві) мають бути призначені особи, або служби, відповідальні за збирання, зберігання, здавання і використання відпрацьованих нафтопродуктів. Як правило це покладається на інженерну службу. Особи, відповідальні за збирання відпрацьованих нафтопродуктів, повинні слідкувати за повнотою зливання мастил, чистотою посуду, який використовується для відпрацьованих нафтопродуктів, правильністю збирання нафтопродуктів за групами (сортами) і вести їх облік у спеціальному журналі або відомості за встановленою у виробничій структурі формою.

У кожному господарстві, яке використовує нафтопродукти, повинен бути створений пункт збирання відпрацьованих нафтопродуктів. Він є частиною складу паливно-мастильних матеріалів і відповідальність за цей пункт несе завідуючий складом. На пункті збирання необхідно встановити резервуари для кожної групи відпрацьованих нафтопродуктів. Їх місткість визначається за нормами здачі, встановленими на квартал. У господарствах, де нагромаджується менше 10 тонн відпрацьованих нафтопродуктів за рік, допускається їх збирання і зберігання в невеликій тарі. Резервуари повинні бути промарковані з позначенням відпрацьованих нафтопродуктів, які в них збираються. Для зберігання відпрацьованих нафтопродуктів рекомендується застосовувати ємкості, що мають в нижній частині пристрій для видалення відстою (води і бруду).

Основними шляхами використання відпрацьованих нафтопродуктів є: передача їх на нафтобази і пункти нафтозабезпечуючих організацій для регенерації [24,25].

### **3.2 Обґрунтування необхідної потужності пункту регенерації мастила**

Приморський район перестав бути адміністративною одиницею Запорізької області з 17 серпня 2020 року. Зараз він входить до земель Бердянського району Запорізької області. Адміністративний центр – місто Бердянськ. Відстань від міста Приморськ до обласного центру, міста Запоріжжя складає 183 км. До складу Приморської громади входить 31 населений пункт. Загальна площа району становить 1,4 тис. км<sup>2</sup>. Площа ріллі становить 102167 гектарів.

Основний напрямок розвитку підприємств району - вирощування зернових і технічних культур. У структурі посівних площ зернові культури займають 50-52 % , соняшник - 22-25 %. На території району налічується 23 тисячі гектарів зрошуваних земель. Середньорічна витраті олива в районні



становить 150 т/рік (данні сільгоспуправління району) [13].

Виходячи з нормативів збирання відпрацьованих мастильних олиव (не як небезпечних відходів, а як вторинної сировини), які були встановлені в Україні в 1992 році, підрозділом Кабміну України, ще існуючою тоді, Українською Державною компанією “Укрнафтохім” 30 – 40% від об’єму споживання (іншого у нас поки немає) і вказаного обороту свіжих олив, щорічний об’єм реального утворення відпрацьованих нафтопродуктів на території Приморського району складає приблизно 60 тонн відпрацьованих олив [6, 13].

Пропонуєма нами установка дозволяє регенерувати 100 кг відпрацьованого олива за годину. Отже за вісім робочих годин можна регенерувати 800 кг олива. Виходячи з того, що пункт регенерації буде працювати 290 днів у році і продуктивності лінії, ми маємо змогу регенерувати приблизно 240 тон відпрацьованого олива. Цього достатньо щоб задовільнити потреби сільгоспвиробників району якісними мастильними матеріалами.

На підставі аналізу цін і існуючого устаткування для регенерації було визначено, що капіталовкладення для проєктованого пункту регенерації складуть 1 млн. 680 тис. грн.

Рентабельність і працездатність пункту регенерації будь-якої категорії залежать від його потужності, забезпечення сировиною, якості відпрацьованих мастил, прийнятих методів регенерації і т. ін. Забезпечення регенераційної станції сировиною у свою чергу залежить від організації збирання, зберігання і транспортування відпрацьованих мастил [8,26].

Питання збирання відпрацьованих мастил, що здається простим, є вирішальною ланкою в їх регенерації. Без правильно організованого збирання, як уже згадувалося, не може бути забезпечена нормальна регенерація. Регенераційні станції, відновлюючи якість відпрацьованих мастил, виконують завдання збільшення ресурсів мастильних матеріалів і забезпечують споживача необхідним мастильним матеріалом. Крім того регенераційні станції іноді використовуються для проведення технологічних

операцій по підготовці свіжих, але забруднених мастил до застосування, наприклад сушки, фільтрації, добавки різних присадок до мастильних мастил, необхідних для експлуатації сучасних машин і т. ін.

На пункті регенерації можна зосередити устаткування для регенерації промивальних рідин – бензинів, гасу, обтирального матеріалу, а також здійснювати прийом, зберігання і контроль якості свіжих і регенованих мастильних матеріалів. Тому при спорудженні регенераційної станції необхідно враховувати увесь комплекс питань, пов'язаних з мастильним господарством підприємства, або організації [21,25].

Такими питаннями є наступні:

1. Виявлення сортів і марок відпрацьованих мастил, що підлягають регенерації.
2. Визначення щомісячної кількості, що підлягають регенерації мастил по марках на підприємстві, або на декількох підприємствах для їх централізованої регенерації. Визначення потужності пункту.
3. Складання схеми розташування мастилозбірних пунктів і споживачів нафтових мастил, що входять в систему постачання цієї організації.
4. Розробка технологічної схеми регенерації. Вибір відповідного устаткування.
5. Вибір місця будівництва пункту регенерації залежно від потужності і кола підприємств, що обслуговуються їм.

### **3.3 Обґрунтування технологічної лінії для районного пункту регенерації відпрацьованих олив**

#### **3.3.1 Призначення і область використання лінії**

У наші часи головним критерієм для заміни оливи є не відповідність стандарту, а саме підвищена кислотність, лужність, підвищений вміст механічних домішок, води, решток палива, не відповідність в'язкості та інше.

При цьому масло не виконує свою основну функцію – забезпечення між сполученими деталями нормальних умови роботи рідинного, а на перехідних режимах, граничного тертя.

Основним принципом розміщення регенераційних станцій є наближення їх до місць масового споживання нафтових мастил. Надзвичайно важливо, щоб прикріплення регенераційних станцій до підприємств і мастилозбірних пунктів забезпечення їх необхідною кількістю електроенергії, водяної пари, робочої сили і інші заходи, необхідні для нормальної роботи, вирішувалися комплексно.

При неправильному підході до розміщення регенераційних станцій не завжди вдається повністю досягти правильного поєднання вказаних умов.

Місце розташування регенераційної станції повинне забезпечувати:

- а) зручність подачі засобів транспортування відпрацьованих мастил;
- б) зручність вивантаження і завантаження мастил наливанням, або у бочкотарі;
- в) задоволення вимог по санітарній техніці, пожежній безпеці і охороні праці;
- г) планування з мінімальним об'ємом земляних робіт, а також, що забезпечує найбільш доцільний спосіб приймання відпрацьованих мастил в місткості самопливно, без застосування перекачуючих пристроїв.

Найбільш зручне місце спорудження пункту для централізованої регенерації відпрацьованих моторних мастил – це існуючі території нафтобаз, що зв'язують станції з як умога більшою кількістю споживачів мастильних мастил. В цьому випадку можна значно скоротити витрати на будівництво джерел енергії і на адміністративно-господарські потреби пункту.

### 3.3.2 Устаткування для пункту регенерації

Мастилорегенераційний пункт повинен складатися з наступних основних відділень:

- 1) прийому відпрацьованих мастил;
- 2) попередньої обробки відпрацьованих мастил;

- 3) технологічного (відділення регенерації);
- 4) контрольних лабораторії;
- 5) змішення регенованих мастил з присадками (чи свіжими мастилами);
- 6) відпусків готової продукції;
- 7) зберігань і приготування експлуатаційних і допоміжних матеріалів;
- 8) електророзподільної апаратури.

Окрім вказаних відділень залежно від категорії і потужності мастилогенераційних станцій можуть бути передбачені відділення для регенерації промивальних рідин, обтиральних матеріалів, а також відділення для очищення бочок.

Розглянемо детальніше структуру і об'єм робіт кожним відділенням пункту

#### *1. Відділення прийому відпрацьованих мастил*

Відділення прийому відпрацьованих мастил повинне забезпечувати зручність прийому і транспортування мастил. Розміри і устаткування приміщень вибирають і виконують з урахуванням збирання відпрацьованих мастил як самопливно (наприклад, 8 залізничних цистерн, автоцистерн і з бочок), так і із застосуванням насосів. Кількість місткостей в приймальному відділенні повинна передбачати можливість прийому відпрацьованих мастил по марках в кількостях, що забезпечують безперебійну роботу пункту.

Приймальне відділення має бути забезпечене засобами підігріву мастил при зливанні їх з цистерн в зимовий час. Слід зазначити, що приймальні резервуари можуть бути розташовані поза приміщенням пункту регенерації. В цьому випадку їх заглиблюють в землю. Бажано, щоб приймальні резервуари були забезпечені змішувачами для підігрівання мастила парою, або гарячою водою і плаваючими мастилозабірних.

#### *2. Відділення попередньої обробки відпрацьованих мастил*

Попередня обробка полягає в звільненні відпрацьованої мастила від води і механічних домішок шляхом відстою, або сепарації. У цьому ж відділенні проводиться, у разі потреби обробка коагуляторами мастил, що не

фільтруються, а також промивання водою. Габарити приміщення визначають, виходячи з розмірів і кількості устаткування (відстійники, мішалки і т. ін.) і зручності їх обслуговування. Число відстійників (і місткостей для обробки мастил ПАВ) необхідно приймати з розрахунку, щоб за час витрати вмісту з одного відстійника походив відстій мастил в інших відстійниках.

### *3. Відділення регенерації*

Відділення регенерації влаштовують і обладнують залежно від прийнятих методів регенерації, а також від обсягу виробництва. Так, для станцій, де очищають мастила тільки від механічних домішок відділення обладнують відстійниками і фільтрами, або сепараторами. При глибших методах очищення використовуються установки типу РИМ-62, РМ-50-62, РМ-50-65, РМ-100, Р-1000М, РМ-250, УОМ – 100, УВР – 0.1 та інші, чи устаткування для кислотно-контактного очищення, або очищення іншими хімічними реагентами.

Необхідно відмітити, що для пункту регенерації найбільш доцільне універсальне регенераційне устаткування, на якому можна проводити не лише фільтрацію, але і контакт мастил з відбілювальною глиною, відгін пального і води, або інші глибші методи регенерації і відновлення.

### *4. Лабораторія*

Лабораторія призначена для контролю якості усіх нафтопродуктів, що поступають на пункт регенерації і відпускаються з нього. Вона має бути оснащена усіма необхідними приладами і устаткуванням для проведення контролю, що передбачаються відповідними технічними умовами і ГОСТ.

### *5. Відділення змішування*

Відділення змішування предназначене для змішування регенованих мастил з присадками, або зі свіжими мастилами. У цьому ж відділенні можна змішувати свіжі мастила різної в'язкості. Змішування регенованих мастил зі свіжими, або з присадками може проводитися в механічних мішалках при температурі 60-70° С, або на спеціальному устаткуванні, що складається з

дозаторів змішуваних продуктів, змішувача і мастилних насосів.

Перед змішуванням нафтопродукти аналізують, а потім розраховують кількість компонентів, потрібних для змішування, з метою отримання заданого продукту. Тільки після цього приступають до змішування.

Змішування продуктів проводиться для отримання мастил певної в'язкості з мастил іншої в'язкості, що маються в наявності, а також для виправлення температури спалаху, кислотного числа і інших показників.

Деякі константи що характеризують якість сумішей нафтопродуктів, мають властивість аддитивності по відношенню до складових компонент, тобто, представляють їх середнє арифметичне. До таких констант відносяться щільність, кислотне число, октанове число, фракційний склад та інші.

#### *6. Відділення відпуску готового продукту*

Відділення відпуску готового продукту повинне забезпечувати зручність підходу транспорту і відходу його після приймання нафтопродуктів. Пристрій і розміри відділення вибираються з таким розрахунком, щоб полегшити прийом продукту з регенераційних установок і відпуск регенованої мастила у бочки і в інші ємності і по можливості готовий продукт видавати з приймачів самопливно. Кількість роздавальних приймачів повинна відповідати кількості марок мастил, що регенеруються на пункті.

#### *7. Відділення очищення тари*

Створення такого відділення викликане необхідністю відпустки готового продукту в чистій тарі. Очищення бочок від бруду – досить складна і трудомістка операція і тому розробка методів, що поліпшують цей процес має велике значення для нормальної роботи пункту. В основному очищення бочок ускладнюється тим, що в них є тільки один отвір малого діаметра.

Очищення бочок може проводитися наступними методами:

- 1) пропарюванням водяною парою з подальшим багатократним обполіскуванням легким нафтопродуктом (бензином);
- 2) пропарюванням і промиванням бензином шляхом його випару і конденсації у бочці;

3) промиванням миючими засобами на спеціальному устаткуванні.

Виходячи з нормативів збирання відпрацьованих мастильних масил (не як небезпечних відходів, а як вторинної сировини), які були встановлені в Україні в 1992 році, підрозділом Кабміну України, ще існуючою тоді, Українською Державною компанією “Укрнафтохім” 30 – 40% від об’єму споживання (іншого у нас поки немає) і вказаного обороту свіжих масил, щорічний об’єм реального утворення відпрацьованих нафтопродуктів територіального приморського округу складає приблизно 60 тон відпрацьованих масил [1,27].

### 3.3.3 Принцип дії лінії регенерації мастила

При регенерації мастила, відновлюємо роботоздатність, збільшуємо строк використання даного мастила. Для реалізації цієї можливості розроблена “Лінія регенерації відпрацьованих масил”. Отже, дана встановлена лінія очищує мастило від різних домішок (води, мінеральних домішок, решток палива і інших), а також відновлює його властивості [27].

Схема лінії представлена на рисунку 3.1, а також на графічному аркуші формату А1.

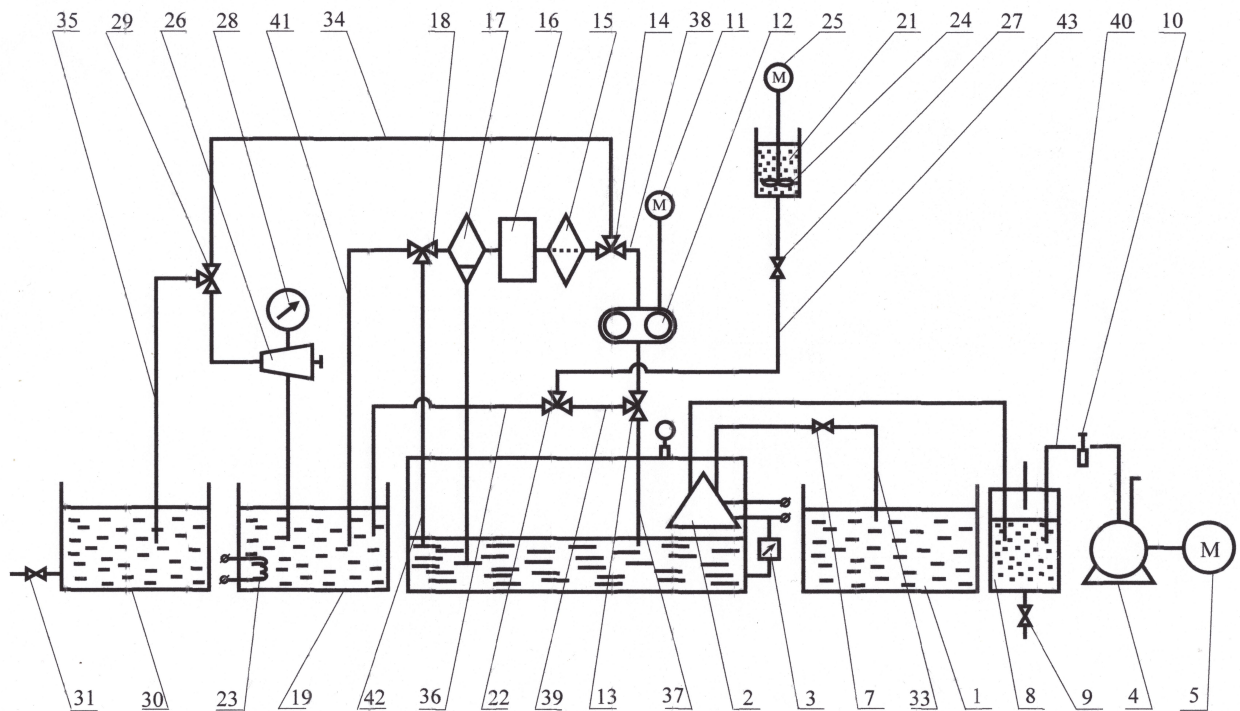


Рисунок 3.1 – Схема лінії регенерації відпрацьованих масил

Відроблене мастило заливається (завантажується) в бак (1). Вмикається нагрів випарювальний елемент (2). Контроль температури на поверхні випарювача здійснюється датчиком (3). Після підігріву випарювача до робочої температури 250...300° С до роботи підключається вакуумний насос (4), привід насосу здійснюється за допомогою електродвигуна (5), вакуумний насос створює розрядження в баці (6). Мастила надходить з бака (1) по трубопроводу (33) через кран (7) на випарювач, розтікається по його поверхні тонкою плівкою. Легкі паливні фракції закипають і відсмоктуються вакуумним насосом (8) до конденсатозбірнику по вакуумопроводу (32), де частково осідає, а частково видаляється насосом у атмосферу. Далі починається друга стадія очистки мастила. Ставлять крани (13) і (14) в положення “один”. Після чого вмикається насос (12), який бере привід від електродвигуна через клиноремінну передачу. Мастила всасується з бака (6) по мастилопроводу (37), проходить через кран (13). Далі насос подає мастилу по трубопроводу (38) під тиском на фільтр грубої очистки (15), потім на реактивну центрифугу (16), де відділяються механічні домішки, далі мастило надходить до адсорбера (17) де відділяється вода. Після адсорбера, мастило проходить через кран (18), який поставлений в положення “прохід”, а далі по трубопроводу (42) в бак (6). Мастило здійснює рух по цьому колу декілька раз (до повного очищення). Після цього кран (18) ставимо в положення “видача” і мастила надходить до баку (19) по мастилопроводу (41). Починається стадія відновлення мастила.

Бак (21) заповнюємо розчином присадок, де він змішується змішувачем (24), який бере привід від електродвигуна (25). Кран (22) ставимо в положення “видача”, крани (13) і (14) переводимо в положення “два”, а кран (29) в положення “болюгенізація”. Вмикаємо електронагрівач (23), і мастило нагрівається до температури 70...80 °С. Після чого вмикаємо насос (12) і штурвальчиком дилергатора (26) регулюємо робочий тиск на  $\pm 20$  кгс/см<sup>2</sup>. Після, відкриваємо кран (27). Розчин присадок по мастилопроводу ((43) і (39)) через кран (22) і (13) надходить всмоктуючий патрубок насоса. Разом з



мастилом, яке надходить із бака (19) по мастилопроводу (36), яке через кран (14) по мастилопроводу (34) подається в диспергатор (26). Де присадки рівномірно розподіляються по мастилу. Після змішування кран (27) закриваємо, а кран (29) переводимо в положення “видача”. Мастила перекачується в бак (30) по мастилопроводу (35). Технічні показники лінії регенерації мастила приведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Технічні показники лінії регенерації мастила

<b>Показники</b>	<b>Одиниці вимірювання</b>	<b>Величини</b>
1	2	3
Тип лінії	—	Стаціонарний
Обезвожувач розчиненої води	—	Силікогель
Температура нагріву мастила при виділенні паливних фракцій	°C	250 – 300
Температура нагріву мастила при додаванні присадок	°C	70 – 80
Продуктивність на регенерацію відпрацьованого мастила	кг/год.	100
Місткість баків:		
-місткість збірного бака		500
-місткість очисного бака		800
-місткість бака для відновлення мастила	Л	500
-місткість бака для регенерованого мастила		500
Встановлена потужність	кВт	10
Електроенергія, яка витрачається для одного циклу регенерації мастила	кВт/год.	90

Продовження таблиці 3.2

1	2	3
Встановлена потужність на нагрівні елементи	кВт	4
Маса	кг	1450
Число обслуговуючого персоналу	Люд.	1(2)

### 3.4 Висновки по розділу

1. Подібні установки мають велике значення для України в цілому. Так як з кожним роком відбувається скорочення запасів нафти, відбувається зріст витрат на її видобуток й переробку, а також зростає збиток від забруднення навколишнього середовища. А раціональне використання вторинних ресурсів на основі змащувальних мастил, як найбільш цінних продуктів нафтопереробки, є одним з найважливіших резервів такої економії, не потребуючих великих капітальних витрат.

2. За допомогою даної лінії ми можемо використовувати повторно відроблені мастила. Приводиться в норму в'язкість, лужність, кислотність мастила, мастило очищується від механічних домішок, води й продуктів старіння, відновляється запас в мастилі антиокислюваних, нейтралізуючих, миючих, диспергуючих та інших властивостей мастила.

3. Пропонуєма нами установка дозволяє регенерувати 100 кг відпрацьованого мастила за годину. Отже за вісім робочих годин можна регенерувати 800 кг мастила. Виходячи з того, що пункт регенерації буде працювати 290 днів у році і продуктивності лінії, ми маємо змогу регенерувати приблизно 240 тонн відпрацьованого мастила. Цього достатньо щоб задовольнити потреби сільгоспвиробників району якісними мастильними матеріалами.

4. Розроблена “лінія регенерації мастила” дозволяє в умовах сільськогосподарського підприємства відновлювати мастило до 75 – 80%

ресурсу свіжості. Реальна економія мастила може досягти 25 – 30%, а витрати на збирання, очистку і організацію вторинного їх використання не перевищують 30 – 40% від вартості свіжого мастила.

5. На підставі аналізу цін і існуючого устаткування для регенерації було визначено, що капіталовкладення для проєктованого пункту регенерації складуть 1 млн. 680 тис. грн.

6. Використання у господарствах району регенерованого мастила дозволить покращити забезпечення сільгоспвиробників якісними мастильними матеріалами при зниженні витрат на них, досягти кращих результатів господарської діяльності і зменшити забруднення навколишнього середовища.

## **4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

### **4.1 Нормативна база**

Робота пункту регенерації відпрацьованих мастил заснована на наступних нормативно-правових документах [28,29]:

- НПАОП 01.1-1.01-00 Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві 11.08.00 наказ № 202 Мінпраці України;

- НПАОП 01.41-1.02-67 Правила техніки безпеки при транспортуванні, збереженні нафтопродуктів та заправленні машин у сільському господарстві 10.05.67 ЦК профспілки працівників сільського господарства;

- НПАОП 63.23-1.03-08 Правила безпеки праці під час роботи з пально-мастильними матеріалами та спец рідинами 19.09.2008 наказ № 205 Держгірпромнагляд;

- НПАОП 0.00-4.33-99 Положення щодо розробки планів локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій 17.06.99 наказ № 112 Держнагляд охорони праці України;

- НПАОП 23.2-3.25-80 Типові галузеві норми безплатної видачі спецодягу, спецвзуття та інших засобів індивідуального захисту, робітникам і службовцям нафтопереробної та нафтохімічної промисловості.

### **4.2 Вимоги безпеки при роботі з відпрацьованими мастилами**

#### **4.2.1 Вимоги збирання відпрацьованих нафтопродуктів**

- первинний збір відпрацьованих мастил повинен здійснюватися окремо від інших видів відходів;

- мастильні мастила, що підлягають регенерації збирати окремо по марках.

- мастила різних марок, що допускаються до застосування в одних і тих же механізмах, можна збирати разом;
- сильно забруднені мастила треба збирати окремо від менш забруднених;
- індустриальні мастила після їх застосування для мастила гарячих (при температурі понад 110° С) частин машин збирати для регенерації окремо;
- не допускається при збиранні забруднення індустриальними, трансмісійними мастилами і консистентними мастилами;
- відпрацьовані мастила слід зливати тільки в спеціально пристосовану для цього тару, збірки, баки, або резервуари, а також бочки у які допускається злив інших відпрацьованих і свіжих мастил [30].

#### 4.2.2 Вимоги зберігання відпрацьованих нафтопродуктів

Призначені для збору ВВП резервуари, устаткування і інвентар мають бути захищені від забруднення механічними домішками і мати написи найменування відповідних груп відпрацьованих нафтопродуктів.

Місця зберігання відпрацьованих нафтопродуктів мають бути огорожені, захищені від атмосферних опадів, обладнані пристроями і пристосуваннями, що виключають попадання в довкілля відпрацьованих нафтопродуктів при їх зберіганні і транспортуванні, укомплектовані протипожежним інвентарем, забезпечені написом “Вогнебезпечно”, а приміщення (при необхідності) обладнане припливно-витяжною вентиляцією [31].

Територія місць збирання і зберігання відпрацьованих нафтопродуктів повинна міститися в чистоті, не мати нафтових забруднень. Устаткування має бути справним і таким, що виключає протоки нафтопродуктів при виконанні технологічних операцій. Залежно від вживаної тари відпрацьовані нафтопродукти можна зберігати в спеціально пристосованих критих приміщеннях, а також просто неба на твердому покритті, що виключає попадання відпрацьованих мастил в природне довкілля.

Під час зберігання відпрацьованих нафтопродуктів необхідно ретельно перевіряти справність і особливо герметичність місткостей і арматури, періодично зачищати місткості від бруду, що осів в результаті відстою мастила.

#### 4.2.3 Вимоги безпеки при роботі з відпрацьованими мастилами.

Клас безпеки моторних і трансмісійних мастил встановлюється за результатами токсикологічних і санітарно-гігієнічних досліджень у відповідних органах Мінохорониздоров'я України, а також пожежонебезпечних характеристик в органах Міністерства внутрішніх справ України.

Як правило моторні і трансмісійні мастила відносяться до наступних класів небезпеки:

- у разі інгаляційної дії – 3 (речовини помірно небезпечні);
- при введенні в шлунок – 4 (речовини малонебезпечні);
- при нанесенні на шкіру – 4 (речовини малонебезпечні).

Клас безпеки мастил по загальній токсичній дії ГОСТ 12.1.007 (речовини малонебезпечні). Контакт з допущеними до застосування моторними і трансмісійними мастилами зазвичай не веде до поразки центральної нервової системи, серцево-судинної системи, кровотвірних органів, шкірних покривів, слизових оболонок очей, верхніх дихальних шляхів і порушенню обмінних процесів. Мастила можуть мати слабку кумуляційну дію і сенсібілізуючі властивості. Одноразова і багаторазова дія на неушкоджену шкіру може викликати ознаки короткострокових шкірно-резорбтивних і місцевоподразнювальних дії. Мастила можуть викликати слабку подразливу дію на слизові оболонки очей [32]. Контакт з мастилами не повинен супроводжуватися проявом алергії і дерматиту. По тропності токсичної дії: мастила відносяться до речовин політропного характеру дії. Віддалені ефекти відсутні.

Мастила моторні і трансмісійні – горючі рідини. Температура самозаймання по ГОСТ 12.1.044 знаходиться в межах 300 - 350° С [33].

Норми температури спалаху, визначуваного у відкритому тиглі, і метод випробування встановлюється в нормативній документації на мастила.

У стандартних умовах виробництва і зберігання мастила не повинні гідролізуватися, полімеризуватися і окислюватися, не мати летючості, не мати здатності до утворення токсичних з'єднань у присутності інших речовин і чинників. Мастила не повинні утворювати токсичних з'єднань у повітрі і стічних водах, у присутності інших речовин і чинників.

При роботі з моторними і трансмісійними мастилами необхідно дотримуватися правил особистої гігієни. У разі попадання мастила:

- на шкіру – необхідно видалити продукт ганчіркою, забруднене місце промити великою кількістю мильного розчину і змити великою кількістю води;
- в шлунок – викликати блювоту, промити шлунок, прийняти проносне;
- на слизову оболонку очей – промити їх водою, закапати дикаїном і альбуцідом.

Контроль повітря робочої зони при роботі з мастилами проводять за наявності аерозоля мастила (ГДК = 5 мг/м<sup>3</sup> по ГОСТ 12.1.005, клас небезпеки 3) по МУ № 2896-83 від 06.09.83. Гранично допустима концентрація пари вуглеводнів в повітрі робочої зони 300 мг/м<sup>3</sup>. Періодичність контролю встановлюється по ГОСТ 12.1.005. Вміст мастила на шкірі визначають по МУ № 5129-89 від 28.09.89 [34].

При розливі мастила в приміщенні необхідно зібрати його в окрему тару, місце розливу протерти сухою ганчіркою, яку потім необхідно помістити в спеціальний металевий ящик, а потім спалити відповідно до вимог СанПин № 3183-84. Відпрацьовані мастила підлягають збору, регенерації і використанню відповідно до вимог ГОСТ 21046.

При роботі з мастилами необхідно застосовувати індивідуальні засоби захисту, передбачені типовими галузевими нормами, затвердженими в установленому порядку :

- костюми по ГОСТ 12.4.112 або ГОСТ 12.4.111;

- взуття по ГОСТ 12.4.137;
- рукавиці по ГОСТ 12.4.010;
- захисні окуляри типу ЗН по ГОСТ 12.4.013.

Приміщення, де проводяться роботи з мастилами, мають бути обладнані припливно-витяжними вентиляціями відповідно до СНиП 2.04.05-91 і ГОСТ 12.4.021, водопровідною системою і каналізацією по СНиП 2.04.01-85, искусственным освітленням по СНиП 11-4-79, опалюванням по СНиП 2.04.05-91. Устаткування має бути захищене від статичної електрики методами захисту відповідно до ГОСТ 12.4.124. У приміщеннях, де виконуються роботи з мастилами, забороняються роботи з відкритим вогнем.

При відкритті тари не дозволяється використовувати інструменти, що дають іскру. Штучне освітлення має бути у вибухобезпечному виконанні.

У разі займання мастила застосовуються наступні способи пожежогасіння: розпорошену воду, піну, вогнегасящі порошки П-2АП, П-2АПМ і ПСБ-3; при об'ємному гасінні – вуглекислий газ, склад СЖБ, склад "3,5" пар.

Для запобігання забруднення повітря робочих приміщенні, необхідно забезпечити герметичність місткостей, устаткування, комунікацій і методів відбору проб відповідно до СанПин № 1042-73, затверджених у встановленому порядку.

Перед роботою з мастилами доцільно змастити руки дерматологічним засобом, рекомендованими органами санепіднагляду (паста ИЭР-1 (ФС 42-1402-80), паста ХИОТ-6 (ФС 42-1532-80), крем плівкотвірний (ГОСТ 29189), паста "Айро" (ТУ 6-15-635-77) та ін.).

Технологічний персонал, працюючий з мастилами, повинен проходити медичні огляди відповідно до вимог наказу Міністерства охорони здоров'я України від 31.03.94, №45.

Технологічне устаткування і технологічні приміщення повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.2.003 і ГОСТ 12.3.002.



### 4.3 Розрахунок заземлення пристрою регенерації мастил

Найбільш надійною і розповсюдженою мірою захисту людей і тварин від поразки електричним струмом є заземлення умисне електричне з'єднання з землею або еквівалентом струмоведучих частин, що можуть виявитися під напругою. Опір напрузі не повинне перевищувати 10 Ом.

Опір розтікання струму одного стрижневого заземлення визначається:

$$R_e = 0.366 \frac{S}{L} \left( \lg \frac{2l}{d} + 0.5 \lg \frac{4h+1}{4h-1} \right), \quad (4.1)$$

де  $S$  – питомий опір ґрунту, Ом·м;  $Z = 150$  Ом·м;

$l$  – довжина заземлення, м;  $l = 2,5$  м;

$d$  – діаметр заземлення, м;  $d = 0,025$  м;

$h$  – глибина заповнення труби, м;  $h = 0,7$  м.

$$R_e = 0.366 \frac{150}{2.5} \left( \lg \frac{2 \cdot 2.5}{0.025} + 0.5 \lg \frac{4 \cdot 0.7 + 2.5}{4 \cdot 0.7 - 2.5} \right) = 64.2 \text{ Ом.}$$

Необхідна кількість заземлення для електродвигуна:

$$n = \frac{R_e \cdot K_c}{K_n \cdot h}, \quad (4.2)$$

де  $K_c$  – коефіцієнт сезонності,  $K_c = 1$ ;

$K_n$  – коефіцієнт використання заземлення,  $K_n = 80$ .

$$n = \frac{64.2 \cdot 1}{30 \cdot 0.7} = 3 .$$

Для заземлення електродвигуна необхідно 3 заземлювача з параметрами:

- 1) довжина заземлювача 2,5 м
- 2) діаметр заземлювача 0,025 м
- 3) глибина заглиблення  $h = 0,7$  м.

#### **4.4 Вимоги охорони природного довкілля і безпека в надзвичайних ситуаціях**

##### **4.4.1 Охорона природного довкілля**

Відпрацьовані мастила, що потрапляють в природне довкілля, лише частково видаляються, або знешкоджуються в результаті природних процесів. Основна ж їх частина є джерелом забруднення ґрунту, водойм і атмосфери. Накопичуючись, вони призводять до порушення відтворення птахів, риб і ссавців, чинять шкідливу дію на людину. Таким чином проблема збору і утилізації відпрацьованих нафтопродуктів є актуальною [20]. Нині одним із способів регенерації відпрацьованих мастил є спалювання. Проте це не лише не рятує ситуацію, але і погіршує її: в процесі спалювання утворюються стійкі хімічні сполуки, у край небезпечні для здоров'я людини, які викидаються в атмосферу, поширюючись тим самим на багато тисяч кілометрів. Разом з цим існують альтернативні ресурсозберігаючі методи регенерації відпрацьованих нафтопродуктів шляхом повернення товарним мастилам основних фізико-хімічних характеристик, що робить можливим повторне використання мастил. По цьому відпрацьовані мастила підлягають обов'язковому збиранню і регенерації.

В цілях запобігання забруднення земельних і водних ресурсів

**НЕ ДОПУСКАЄТЬСЯ:**

- злив відпрацьованих нафтопродуктів на ґрунт, у водойми і каналізаційні системи;

- злив відпрацьованих мастил, неякісного палива і охолоджувальної рідини на шляхи і в оглядову канаву.

- злив забрудненого палива і відпрацьованого мастила в канави, кювети і інші, не передбачені для цієї мети місця.

- нагромадження і захламлення території підприємства тарою з відпрацьованими мастилами.

У атмосферному повітрі населених пунктів орієнтовно безпечний рівень впливу (ОБУВ) пари мінеральних (нафтових) мастила за списком № 4414-87 - 0,05 мг/м<sup>3</sup>. Контроль за викидами парів мінеральних (нафтових) мастил здійснюється відповідно до вимог ГОСТ 17.2.3.02, СанПин № 4946-89 і РД 52.04.186-89 [35].

#### 4.4.2 Пожежна безпека

Специфіка роботи з нафтопродуктами пред'являє особливі вимоги до техніки безпеки на ділянках і робочих місцях. Наїбільш вірогідною надзвичайною ситуацією на пункті регенерації відпрацьованих мастил може бути пожежа. Тому слід заздалегідь попередити цю надзвичайну ситуацію.

Територія пункту регенерації, а також будівлі, споруди, приміщення мають бути забезпечені відповідними знаками безпеки згідно з ГОСТ 12.4.026-76 "ССБТ [31]. Цвета сигнальные и знаки безопасности", а також має бути обнесена огорожею, яка повинна відстояти від стін будівлі, споруд і від обвалування резервуарів не менше 5 м. Територія, виробничі, складські і підсобні приміщень, сховища і майданчики для зберігання затарених відпрацьованих нафтопродуктів і порожньої тари повинні міститися в зразковому порядку і чистоті.

На усіх виробничих ділянках мають бути вивішені попереджувальні написи по техніці безпеки і протипожежним заходам. На пункті регенерації повинні бути забезпечені протипожежні заходи відповідно до вимог нормативно-правових актів з питань пожежної безпеки в Україні, НАПБ А.01.001-2004 та ГОСТ 12.1.004-91 "ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования" [35].

По мірі пожежо – і вибухонебезпечності відпрацьовані мастила відносяться до четвертого класу. Цей клас включає усі сорти мастил, мастил і інші нафтопродукти, температура спалаху парів яких  $+120^{\circ}\text{C}$  і вище. Знання температури самозаймання нафтопродуктів дозволяє вживати заходи попередження загорянь і пожеж.

У деяких причиною виникнення загоряння і пожеж може бути самозаймання. Самозаймання – це мимовільне загоряння горючих речовин в результаті усиленого окислення. Швидкість окислення залежить від температури нафтопродукту і довкілля. При підвищенні температури нафтопродукту на кожні  $10^{\circ}\text{C}$  і швидкість окислення збільшується удвічі.

Нафтопродукти, особливо відпрацьовані мастила, стикаючись з киснем повітря, окислюються спочатку повільно. Виділивши при окисленні тепло викликає підвищення температури, що прискорює процес окислення і ще більше виділення тепла [20]. Тому слід обережно звертатися з усіма промасленими матеріалами, якими б мастилами вони не були просякнуті. Чим більше промасленого матеріалу, чим щільніше він укладений і чим вище його початкова температура, тим більше небезпека його самозаймання.

Безпечні на перший погляд промаслені ганчірки і дрантя, покинуті куди-небудь в кут, забуті в спецодягу, або залишені без нагляду, а також промаслений спецодяг складений на купу на зберігання можуть спалахнути і викликати пожежу без стороннього джерела вогню.

Для збирання використаного дрантя необхідно встановлювати металеві ящики з кришками, що щільно закриваються.

У кінці робочої зміни використане дрантя необхідно спалювати у безпечному місці, або стирати для повторного використання.

Джерелом займання і загоряння відпрацьованих нафтопродуктів в резервуарах можуть бути також і пірофорні відкладення: це речовини здатні до самозаймання у присутності кисню повітря при звичайній температурі. Пірофорне залізо утворюється в результаті взаємодії сірководня, наявного в нафтопродуктах, з продуктами корозії заліза. Найбільш небезпечні пірофорні

відкладення у тому випадку, якщо вони утворилися під шаром нафтопродукту. Швидке звільнення резервуарів від нафтопродукту створює сприятливі умови для інтенсивної взаємодії цих відкладень з киснем пароповітряної суміші.

Підлогу приміщення пункту регенерації, в якому можуть створюватися вибухонебезпечні концентрації пари нафтопродуктів, роблять з м'яких матеріалів – асфальту, магнезиту і та ін [32].

Щоб попередити утворення електричних іскр електрообладнання обирають залежно від міри вибухонебезпеки приміщень і пароповітряного середовища. Заходами профілактики також є: щільне приєднання дротів в місцях контактів, пропаювання з'єднань дротів, застосування надійних ізолюючих матеріалів систематична перевірка з'єднань контактів і ізоляцій.

За станом силової і освітлювальної сигналізації електромереж має бути встановлений постійний нагляд. Усілякі несправності електромереж, що можуть викликати іскріння, коротке замикання, нагрівання дротів, або їх займання необхідно негайно усувати.

Забороняється встановлювати тимчасову електропроводку.

У виробничих і допоміжних приміщеннях, де можливе виділення пари нафтопродуктів, освітлювальні прилади мають бути вибухобезпечного виконання. Застосовувати для освітлення відкритий вогонь, ліхтарі, а також ліхтарі акумуляції звичайного виконання забороняється.

Електродвигуни і їх пускове устаткування для насосів, які перекачують відпрацьовані нафтопродукти, мають бути вибухобезпечного виконання.

Забороняється наливати в резервуари легкозаймисті нафтопродукти струменем, що вільно падає. Засувки, крани, вентиля і інші замочні пристрої необхідно містити в повній справності і систематично змащувати. З'єднання трубопроводів насосів і іншого устаткування має бути щільним.

Усі будівлі та споруди пункту регенерації повинні бути обладнані блискавкозахистом і захистом від статичної електрики відповідно до вимог ДСТУ В.2.5-38:2008 Інженерне обладнання будинків і споруд.

На даному пункті регенерації повинен встановлюватися блискавковідвід стержневого типу. Блискавковідвід складається з блискавкоприймача, заземлювача, і струмовідводу. Щогла заввишки 14 м здатна захистити устаткування в радіусі 16-20 м. Щоглу встановлюють на бетонний фундамент, або заривають в землю на глибину 1-1,5 м, на відстані 6-7 м від сливо-наливних пристроїв. Заземлювачі виконують із сталевих труб, куткової сталі, або стержнів діаметром 25-30 мм. Струмовідводом служать сталеві смуги перерізом 40×4 мм, що сполучають заземлювачі між

Залежно від характеру і причин виникнення пожежі для її гасіння можуть бути використані: пісок, земля, вода, хімічна піна, вуглекислий газ.

Пісок застосовують для гасіння невеликих кількостей розлитих на підлозі, або землі нафтопродуктів.

Воду не можна використовувати для гасіння електропроводки, що горить, знаходиться під напругою, а також електричних двигунів. Крім того вода важча за нафтопродукти, і нафтопродукт підніматиметься і горітиме.

Для гасіння усіх нафтопродуктів, що горять, застосовують хімічну піну. Оскільки хімічна піна є провідником електричного струму, її не можна використовувати для гасіння в тих місцях, де розташовано електроустаткування. Нині застосовують універсальні вуглекислотні вогнегасники ОУ – 1,4, ОУ – 2, ОУ – 5, ВВК – 3,5.

До введення в експлуатацію допускаються вогнегасники, що мають бірки і маркувальні написи на корпусі по ГОСТ 12.2.037-78 і забарвлені в червоний сигнальний колір по ГОСТ 12.4.026-76.

Розміщувати вогнегасники слід в легкодоступних місцях, або на спеціальних пожежниках щитах. Пожежні щити встановлюються на території об'єкта з розрахунку один щит на площу 5000 кв. м. До комплекту засобів пожежогасіння, які розміщаються на ньому, слід включати: вогнегасники - 3 шт., ящик з піском - 1 шт., покривало з негорючого теплоізоляційного матеріалу, або повсті розміром 2 × 2 м - 1 шт., гаки - 3 шт., лопати - 2 шт., ломи - 2 шт., сокири - 2 шт.

Пожежний інвентар повинен розміщуватися на видних місцях, мати вільний і зручний доступ і не служити перешкодою при евакуації під час пожежі.

## 5 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ РЕГЕНЕРОВАНОГО МАСТИЛА

Як відзначалося у попередньому розділі річна потреба господарств Приморського району в моторних мастилах складає 150 т/рік [11]. Нині роздрібна ціна на моторні мастила коливається в інтервалі від 80,0 до 152,0 грн/л, тобто 80000 – 152000 грн/т [36]. При середній ціні в 116,0 тис. грн/т. Приморському району для придбання свіжих консистентних олив необхідно витратити суму:

$$Q_{c.o.} = 150 \text{ т} \times 116000 \text{ грн} = 17 \text{ млн. } 400 \text{ тис. грн.} \quad (5.1)$$

Виходячи з нормативів збирання відпрацьованих мастильних оливи (не як небезпечних відходів, а як вторинної сировини), які були встановлені в Україні в 1992 році, підрозділом Кабміну України, ще існуючою тоді, Українською Державною компанією “Укрнафтохім” 30 - 40% від об’єму вжитку (іншого у нас поки немає) і вказаного обігу свіжого мастила у сільськогосподарських підприємствах району, щорічний об’єм реального утворення відпрацьованих нафтопродуктів на території Приморського району складатиме приблизно 60 тон [1,8]. Потреба району в свіжому оливі складає 150 т/рік. Для нормальної роботи пункту і забезпечення району свіжими мастилами на пункті треба переробляти 240 т/рік відпрацьованого мастила. Тобто, ще необхідно додатково закупити 180 тон відпрацьованого мастила.

Нині роздрібна ціна на відпрацьоване масло в Україні коливається від 7800 до 8200 грн./т. [36]. Отже для закупівлі необхідного об’єму відпрацьованих олив при середній ціні останнього 8000 грн./т., необхідно витратити суму:

$$Q_{v.h.o.} = 180 \text{ т} \times 1200 \text{ грн} = 1 \text{ млн. } 440 \text{ тис. грн.} \quad (5.2)$$



Знизити витрати на придбання сировини можна за рахунок організації централізованого збирання відпрацьованого мастила як в самих господарствах району так і в ремонтно-технічних підприємствах (РТП), станціях технічного обслуговування автомобілів (СТОА), комерційних сервісних службах (КСС), а також сдачі на переробку відпрацьованих олив приватними особами. Тільки при такому підході до справи можлива нормальна і прибуткова робота районного пункту збирання і регенерації (РПЗіР).

Пропонована нами установка за рік може регенерувати 240 тон відпрацьованого мастила. При виході очищеного мастила приблизно 750 кг, з однієї тони відпрацьованого, залежно від вживаного способу регенерації установка дає 180 тон свіжого, придатного до використання моторного мастила.

В країнах Європи відпускна вартість регенерованого мастила, але за іншою технологією приблизно складає 19200 – 19000 грн./т.

У Україні масло очищене від води і механічних домішок реалізується за ціною 16700 – 17300 грн./т.[36]. Але це масло без присадок, що не дозволяє його використовувати в високофорсованих двигунах внутрішнього згорання сучасної сільськогосподарської техніки.

Потокові витрати на 1 тонну регенерованого мастила розраховуються по формулі:

$$B_{\Pi} = \frac{З + А + Р + Е + \Pi + Q_{Г}}{G_{P}}, \quad (5.3)$$

де З – заробітна платня робітників пункту регенерації, грн.

А – амортизаційні відрахування від балансової вартості обладнання, грн.

Р – відрахування на поточний ремонт обладнання, грн.

Е – вартість електроенергії, грн.

$\Pi$  – вартість сировини (відпрацьованого мастила), грн/т.

$Q_{\Gamma}$  – загальногосподарські витрати, грн/рік.

$G_p$  – річний випуск регенерованого мастила, т.

Проведені розрахунки дозволили встановити, що вартість однієї тони регенерованого мастила на проектуємій нами установці, приблизно 12600 грн/т.

Таким чином сума від реалізації 180 тон регенерованого мастила складає:

$$Q_{p.o.} = 180 \text{ т} \times 12600 \text{ грн/т} = 2 \text{ млн. } 268 \text{ тис. грн.} \quad (5.4)$$

Для господарств району потрібно 150 тон свіжого мастила, що дорівнює:

$$Q_{p.o.} = 150 \text{ т} \times 12600 \text{ грн/т} = 1 \text{ млн. } 890 \text{ тис. грн.} \quad (5.5)$$

Слід зазначити, що у розпорядженні пункту залишається ще для реалізації іншим споживачам 30 тон регенерованого мастила яке по якості не поступається свіжому на загальну суму 378 тис/грн.

Таким чином якщо, господарства району працюватимуть на регенерованому оливі, то район отримає економію в порівнянні з витратами на свіже масло визначувану по формулі:

$$\text{Є}_{\Pi} = Q_{c.o.} - Q_{p.o} \quad (5.6)$$

$$\text{Є}_{\Pi} = 17\,400\,000 - 2\,268\,000 = 15\,132\,000 \text{ грн.}$$

Ступінь зниження грошових витрат для району складає:

$$C_3 = \frac{Z_{c.o} - Z_{p.o}}{Z_{c.o}} \times 100, \quad (5.7)$$

де  $Z_{c.o.}$  – затрати на свіже масло, тис.грн.

$Z_{p.o.}$  – затрати на регенероване масло, тис.грн.

$$C_3 = \frac{17400 - 2268}{17400} \times 100 = 87\%$$

З урахуванням того, що для пункту регенерації олив ми використовуємо наявні будівлі на території Приморської нафтобази, то додаткові капіталовкладення будуть відноситися тільки для закупівлі відповідного устаткування для лінії, а також необхідних приладів для контролю якості регенерованого мастила.

Проведений аналіз вартості наявного на сучасному ринку різного устаткування (розділ 2) дозволив скомплектувати пропоновану технологічну лінію на загальну суму 1,795 тис. грн.

Термін окупності лінії розраховується по формулі:

$$T = \frac{K}{\epsilon}; \quad (5.8)$$

де  $K$  – капітальні вкладення, грн., см розділ 3.

$\epsilon$  – річна економія коштів, тис. грн.

$$T = 16,8/15,1 = 1,11 \text{ роки}$$

Впровадження запропонованої технологічної лінії є доцільним так як термін окупності капіталовкладень відповідає технічним нормам. Це дозволить значно знизити витрати на придбання сировини для роботи пункту і поліпшити екологічний стан у курортному регіоні Запорізької області.

## ВИСНОВКИ

Встановлено, що в нашій країні на належному рівні не розв'язана проблема організації збирання і регенерації відпрацьованих мастил. Це не дозволяє істотно поліпшити екологічну обстановку і поповнити власні ресурси паливно-мастильних матеріалів за рахунок раціонального їх використання.

Актуальність даної роботи полягає в тому, що при регенерації мастил можливо отримувати базові мастила, за якістю ідентичні свіжим, причому вихід мастил залежно від якості сировини складає 80 - 90%, таким чином базові мастила можна регенерувати, ще принаймні двічі, але це можливо реалізувати за умови застосування сучасних технологічних процесів.

У даній роботі зроблене наступне:

1. Розроблена енергозберігаюча, екологічно-технологічна модель регенерації відпрацьованих мастил. Визначене місце розташування пункту регенерації. Розроблена структура і об'єм робіт кожним відділенням пункту.

2. Проаналізовані сучасні методи, технології та устаткування для очищення і регенерації відпрацьованих мастила. Встановлені переваги і недоліки.

3. Спроектовано комплекс машини і засоби механізації для очищення і регенерації відпрацьованих мастил. Розроблена і укомплектована технологічна лінія регенерації, яка дозволяє відновлювати до 75 - 80% ресурсу мастила. Реальна економія мастила може досягати 25 - 30%, а витрати на збирання, регенерацію і організацію повторного їх використання не перевищують 30 - 40% від вартості свіжого мастила.

4. Проведені техніко-економічні розрахунки, які підтверджують доцільність регенерації і повторного використання відпрацьованих мастил. Ступінь зниження витрат для району складає 87%.

5. Розроблені вимоги, що до збирання і збереження відпрацьованих мастил.

6. Розроблені заходи з охорони праці та навколишнього середовища при роботі мастилорегенераційного пункту.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Необходимость и проблемы создания в Украине отрасли по вторичной переработке отработанных смазочных масел: материалы I международной научно-практической конференции “Сотрудничество для решения проблемы отходов”. — Харьков. С. В. Кульшенко 2004. 378-381с.
2. Konzak O. Altolverwertung - Rechtliche Grundlagen nach KrW-/AbfG und EG-Alttrichtlinie: Natur und Recht / O. Konzak - 1997. - 19, N 6. - С. 276-284с.
3. Утилизация отработанных масел: междунар. науч.-техн. конф. “Экол. автотрансп. комплекса”. — Москва, 4-6 дек., 1996: Тез. докл. А.Р. Хафизов, Р.М. Ишмаков, Н. Р. Сайфуллин, — Х.: М. - 1996. - С. 119-120с.
4. Правовые аспекты регулирования в области отработанных масел и их утилизации: материалы международной научно-практической конференции “Новые технологии в переработке и утилизации отработанных масел и смазочных материалов”. — Москва, Н.В. Мельникова 2003. 25-27с.
5. Организация сбора отработанных смазочных материалов в странах ЕС и России: материалы международной научно-практической конференции “Новые технологии в переработке и утилизации отработанных масел и смазочных материалов” — Москва, В.И. Юзефович, В. М. Школьников, М.Р. Петросова 2003. 33-34с.
6. Об организации в Российской Федерации мониторинга загрязнения компонентов окружающей среды отработанными маслами и смазочными материалами в свете Стокгольмской конвенции: материалы международной научно-практической конференции “Новые технологии в переработке и утилизации отработанных масел и смазочных материалов”. — Москва, Д. А. Джангиров. 2003. 21-23с.
7. Рынок отработанных смазочных материалов в России: материалы международной научно-практической конференции “Новые технологии в переработке и утилизации отработанных масел и смазочных материалов”. — Москва, В.М. Школьников, А.А. Гордукалов, В.И. Юзефович. 2003. 14-

15с.

8. Шашкин П.И. Регенерация отработанных нефтяных масел: / П.И. Шашкин, И.В. Брай — М., «Химия», 1970. 304с.
9. Остриков В.В. Топливо и смазочные материалы : учебное пособие / В.В. Остриков, С.А. Нагорнов, И.Д. Гафуров. – Уфа, 2006. – 291 с.
10. Спиркин В.Г. Химмотология в нефтегазовом деле / В.Г. Спиркин, И.Г. Фукс — М.: Изд-во "Нефть и газ", 2003. 141 с. 115.
11. Звіти сільгоспуправління Мелітопольського району, Запорізької області.
12. Пат. 2004584 Россия, МКИ С 10 М175/02. Метод удаления загрязнений из отработанного масла / И. В. Мухортов № 50442454/04; заявл. 26.5.92.; опубл. 15.12.93, Бюл. 45-46.
13. Окоча А.І. Паливно-мастильні та інші експлуатаційні матеріали: підруч. для студ. вищ. навч. закл. / А.І. Окоча, Я.Ю. Білоконь. М. : Росинформатех, 1998. – 165 с.
14. Остриков В.В. Современные технологии и оборудование для восстановления отработанных масел / В.В. Остриков, А.Н. Зазуля, И.Г. Голубев. — М. : Росинформатех, 2001. – 60 с.
15. Семенов Н.Н. Ценные реакции в химии: успехи химии / Н.Н. Семенов —1951. Т. 20. вып. 6. 673-714.
16. Резников В.Д. Химмотологические аспекты анализа работавших дизельных масел / В.Д. Резников, Э.Н. Шипулина. — М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1982. – 60с.
17. Смазочные материалы и проблемы химмотологии / А.Ю Евдокимов, И.Г. Фукс, Т.Н. Шабалина, Л.Н. Багдасаров. — М.: Нефть и газ, 2000. – 424 с.
18. Венцель С.В. Применение смазочных масел в двигателях внутреннего сгорания / С.В. Венцель. — М., Химия, 1979, 29-30с.
19. Соболев Б.А. Производство смазочных масел предприятиями России / Б.А. Соболев — Мир нефтепродуктов. – 1999. – № 1. — 25с.
20. Утилизация отработанных масел: междунар. науч.-техн. конф.

“Экол. автотрансп. комплекса”, — Москва, 4-6 дек., 1996: Тез. докл. / А. Р. Хафизов, Р.М. Ишмаков, Н. Р. Сайфуллин, З. Х. Гадиев. — М. - 1996. — 119-120с.

21. Переработка использованных минеральных масел: Техника машиностроения — 1997, N3,-С. 57.

22. Остриков В.В. Смазочные материалы и контроль их качества в АПК / В.В. Остриков, О.А. Клейменов, В.М. Баутин. — М.: Росинформатех, 2003. — 172 с.

23. ГОСТ 21046 - 86. Нефтепродукты отработанные.

24. Евдокимов А.Ю. Топлива и смазочные материалы на основе растительных и животных жиров / А.Ю. Евдокимов, И.Г. Фукс, Л.И. Багдасаров. — М.: ЦНИИТЭнефтехим, — 1992. — 119с.

25. Нефтепродукты, оборудование нефтескладов и заправочные комплексы / А.Н. Зазуля, С.А. Нагорнов, В.В. Остриков, И.Г. Голубев. — М.: Информагротех, 1999. — 174с.

26. Руденко А.И. Нефтехозяйство колхозов и совхозов / А.И. Руденко — Изд. 2-е перераб. И доп. М., «Колос», 1975.

27. Боренко М.В. Анализ информативности показателей состояния работавших дизельных масел / М.В. Боренко, В.Л. Лашхи, И.Г. Фукс. / Химия и технология топлив и масел. — 1994. — № 4. — 10 – 11с.

28. Державний реєстр нормативно-правових актів з питань охорони праці.

29. Закон України “Про охорону праці” № 229-від 21.11.2002 р. (ВВР №2 ст. 10, 2003).

30. Остриков В.В. Контроль качества топлив и смазочных материалов используемых в узлах и агрегатах сельскохозяйственной техники / В.В. Остриков, С.А. Нагорнов, О.А. Клейменов. — М.: Россельхозакадемия, 2007. — 115с.

31. Рогач Ю.П. Пожежна безпека. / Ю.П. Рогач — Симферополь: Таврія-Плюс, 2001. — 123с.



32. Ткачук К.Н. Основи охорони праці / К.Н. Ткачук та ін. – К.: Основа, 2006.
33. НПАОП 01.1-1.01-00. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві. — 11.08.00 Наказ № 202 Мінпраці України.
34. Охорона праці / Під ред. Лехмана С.Д. — К.: Урожай, 1994. — 271с.
35. Охорона праці в Україні. – К.; Юрінкомінтер, 1999. – 400 с.
36. Бібліотека і доступність інформації у сучасному світі: електронні ресурси в науці, культурі та освіті: [Електронний ресурс].

# Додатки

## Додаток А

Методи	Використовуємі технології	Обладнання
Фізичні	Дія силових полів (гравітаційного, відцентрового, електричного, магнітного)	Відстійники Гідроциклони Центрифуги Єлектроочисники Магнітні очисники
	Фільтрування крізь пористі перегородки	Фільтри Фільтри-водовідділювачі
	Теплофізичні технології (нагрів, випаровування, водна промивка, атмосферна і вакуумна перегонка и т.ін.)	Випарні колонки Вакумні дистилятори Масообмінні апарати
	Комбіновані технології	Гідродинамічні фільтри Фільтруючі центрифуги, магнітні фільтри Трібоелектричні очисники
Фізико-хімічні	Коагуляція	Змішувачі-відстійники
	Сорбція	Адсорбери
	Іонообмінна очистка	Іонообмінні апарати
	Екстракція	Екстрактори
Хімічні	Сірнокислотна очистка	Кислотні реактори
	Лужна обробка	Лужні реактори
	Гідрогенізація	Гідрогенізатори
	Обробка карбамідами металів	Реактори-змішувачі