

628.4(043)  
Б 40

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
НАФТИ І ГАЗУ

**БЕЗОВСЬКА МАРИНА СЕРГІЇВНА**

УДК 656.2:[504.5:665.7] +

628.4(043)

Б 40

**ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ ПОВОДЖЕННІ З  
ВІДПРАЦЬОВАНИМИ НАФТОПРОДУКТАМИ НА ЗАЛІЗНИЦІ**

Спеціальність 21.06.01 – екологічна безпека

**АВТОРЕФЕРАТ**  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Дніпропетровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна Міністерства освіти і науки України.

**Науковий керівник**

кандидат технічних наук, доцент  
**Зеленько Юлія Володимирівна**  
Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна Міністерства освіти і науки України, доцент кафедри хімії та інженерної екології.



**Офіційні опоненти:**

доктор технічних наук, доцент  
**Вамболь Сергій Олександрович**,  
Національний університет цивільного захисту України, завідувач кафедри прикладної механіки (м. Харків);

кандидат технічних наук, асистент  
**Чайка Оксана Григорівна**,  
Національний університет «Львівська політехніка», асистент кафедри екологічної безпеки та природоохоронної діяльності (м. Львів).

Захист відбудеться “ 19 ” березня 2015 р. об 11 год. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 20.052.05 в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу за адресою: 76019, Україна, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15.

З дисертацією можна ознайомитися у науково-технічній бібліотеці Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу за адресою: 76019, Україна, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15.

Автореферат розісланий “ 18 ” лютого 2015 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради

д.геол.н., доцент

В.Р. Хомин

**ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ**

**Актуальність теми.** Значний техногенний вплив, що здійснюється сьогодні на навколишнє природне середовище, призводить до розуміння факту необхідності зменшення шкоди, нанесеної природі виробничою діяльністю людини. Одним із найважливіших аспектів негативного впливу техносфери є утворення відходів виробництв. Нафтовмісні відходи займають значну частину у загальній їх кількості. Зокрема, за оцінками експертів, у світі щорічно виробляється близько 39 млн. т різноманітних олив, Україна використовує близько 400 тис. т; згодом до 80 % з цих об'ємів олив перетворюються на відходи. Тому розробка методів утилізації відходів, що включає повторне використання і повернення цінних компонентів у технологічний процес є одними із пріоритетних напрямків раціонального природокористування для підприємств різних галузей економіки.

Практично всі структурні підрозділи залізничного транспорту є джерелами утворення відходів. Поміж інших відходів значними об'ємами утворення відрізняються нафтошлами (технологічні шлами) та відпрацьовані оливи. Так, на Придніпровській залізниці за рік утворюється близько 300 т нафтовмісних відходів, серед яких нафтошлами та відпрацьовані оливи складають 90 %. Враховуючи сучасні прагнення до ресурсозбереження відпрацьовані оливи та інші нафтовмісні відходи потребують уваги спеціалістів. Такі відходи найчастіше відносять до третього класу токсичності, тобто до помірно небезпечних. Вони мають невисоку ступінь біорозкладання (10-30 %), здатні накопичуватись у довкіллі та поступово викликати зміни в екологічній рівновазі, саме тому потребують спеціальних заходів щодо їх знешкодження та ізоляції. Основну потенційну небезпеку при поводженні з нафтовмісними відходами становлять недосконалі термічні процеси утилізації нафтошламів, що супроводжуються викидами бенз(α)пірену та важких металів, а також розповсюджені на залізниці нераціональні принципи поводження з відпрацьованими оливами, що є виразним прикладом безвідповідального поводження із цінними невідновлювальними ресурсами. Саме тому створення сучасних раціональних та екологічних схем утилізації та рекуператії нафтовмісних відходів є науково-прикладним завданням, що вирішується у дисертаційній роботі та призведе до зменшення техногенного навантаження, пов'язаного з накопиченням, поводженням та мінімізацією відходів третього класу небезпеки.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

У дисертаційній роботі наведено результати досліджень, які виконані відповідно до "Основних напрямків державної політики України в галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки", визначених Постановою Верховної Ради України; робота відповідає основним планам наукових досліджень Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна; науково-дослідною роботою НДР № 51.07.06.07 «Розробка технології та апаратури для ліквідації наслідків транспортних аварій з нафтопродуктами» (2007 р., номер держреєстрації 0106U005701).

**Метою дисертаційної роботи є підвищення рівня екологічної безпеки та забезпечення раціонального поводження з нафтовмішувочими відходами.**

an 2511 - an 2512

Для досягнення поставленої мети в дисертації вирішені **завдання**:

- вивчити особливості утворення нафтовмісних відходів на залізниці та надати оцінку небезпечності відбракованих олиव і відходів нафтошламів з точки зору їх впливу на навколишнє середовище та людину, дослідити сучасні методи поводження з відпрацьованими оливами і технологічними шламами з метою розробки екологічно безпечного оптимального для умов залізничних підприємств;

- дослідити існуючі технології регенерації відпрацьованих олив, зокрема метод з використанням сульфатної кислоти, розробити новий метод регенерації відпрацьованих моторних олив з використанням принципів ресурсозбереження та технологічності;

- запропонувати новий метод очистки олив, для якого встановити залежності ступеню освітлення моторних олив від кількості та співвідношення реагентів, а також отримати кінетичні залежності освітлення моторних олив після використання запропонованого методу;

- запропонувати метод розділення нафтовмісних технологічних шламів, а також отримати кінетичні залежності ступеню розділення технологічних шламів після використання запропонованого методу;

- розробити загальну еколого-хіммотологічну схему поводження з нафтопродуктами на залізниці та виконати техніко-економічне обґрунтування обраних технологій.

**Об'єкт дослідження** – процеси утилізації та відновлення нафтовмісних відходів.

**Предмет дослідження** – екологічна безпека залізниць та раціональне поводження з нафтовміщуючими відходами.

**Методи дослідження.** У роботі застосовувались наступні методи: теоретичні методи дослідження були засновані на системному підході до аналізу об'ємів утворення та складу нафто- та оливоміщуючих відходів на залізничному транспорті, що дало змогу обрати відповідні методи відновлення якості відпрацьованих олив та поводження з технологічними шламами. Для проведення експериментальних досліджень використовувались стандартні методики, що викладені у ДСТУ.

**Наукова новизна** дисертаційної роботи полягає у зменшенні екологічного навантаження внаслідок створення нової комплексної схеми поводження з відпрацьованими оливами і технологічними шламами залізниць, впровадження якої забезпечує збільшення ефективності процесу відновлення та ресурсозбереження, підвищує екологічність процесів нафтообігу. Наукова новизна одержаних результатів полягає у наступному:

1. Вперше встановлена залежність ступеня освітлення моторних олив від співвідношення концентрацій алкілбензосульфокислоти (АБСК) та поверхнево-активних речовин (ПАР), яка дає змогу обрати оптимальний спосіб відновлення.

2. Вперше отримано кінетичні залежності освітлення моторних олив марок М-14В<sub>2</sub> та М-14Г<sub>2</sub>ЦС, що дозволяє визначити мінімальний час освітлення, найбільш ефективну ПАР, моделювати процеси відновлення та забезпечує екологічність і ресурсощадність процесів очистки.

3. Вперше розроблено загальну функціональну еколого-хіммотологічну схему поводження з моторними оливами на залізничному транспорті, впровадження якої дозволяє мінімізувати кількості таких відходів та повернути цінну сировину (оливи) у технологічний процес у вигляді відновленої моторної оливи чи промивної рідини для оливних систем тепловозів.

4. Удосконалено метод відновлення та регенерації моторних олив марок М-14В<sub>2</sub> та М-14Г<sub>2</sub>ЦС із застосуванням оксіетильованого моноалкілфенолу та алкілбензосульфокислоти, що забезпечують ефективність очищення до 96 % та вихід продукту до 94 % і є екологічно безпечними на відміну від традиційних.

5. Удосконалено метод розділення нафтовмісних технологічних шламів шляхом використання сульфонолу та поліакриламід у отриманням якісно очищеного вуглеводневміщуючого продукту у кількості 46 %, що забезпечує раціональне поводження та маловідходність процесу стилізування. Отримані кінетичні залежності ступеня розділення нафтовмісного технологічного шламу на фракції після додавання ПАР та ПАА.

#### **Практичне значення отриманих результатів.**

- Визначені особливості утворення нафтовмісних відходів на залізниці та надана оцінка небезпечності відбракованих олив і відходів нафтошламів з точки зору їх впливу на навколишнє середовище та людину;

- Випробувані різні технологічні схеми регенерації відпрацьованих олив і досліджена динаміка змін основних експлуатаційних властивостей олив після використання різних схем відновлення;

- Показана можливість отримання олив експлуатаційної якості після впровадження запропонованого методу;

- Запропонована технологічна схема відновлення якості відпрацьованих моторних олив локомотивних депо залізниць з отриманням в результаті відновленої оливи та промивної рідини для оливних систем тепловозів. Технологія була випробувана на реальних об'єктах в умовах тепловозних цехів локомотивних депо на станціях Дніпропетровськ та Нижньодніпровськ-Вузол Придніпровської залізниці;

- Виконаний підбір основного технологічного обладнання і допоміжних засобів для проведення регенераційних заходів;

- Досліджені сучасні методи поводження з технологічними шламами та розроблений оптимальний для умов залізничних підприємств;

- Запропонований метод реагентної переробки технологічного шламу із застосуванням декантера і теплообмінника з отриманням вуглеводнів, води, твердого залишку, яка була випробувана на реальному об'єкті в умовах тепловозного цеху локомотивного депо на станції Нижньодніпровськ-Вузол Придніпровської залізниці. Впровадження такої схеми надає можливість використовувати отриманий після переробки вуглеводневмісний продукт як мастильний матеріал для вузлів тертя тепловозів та дизель-поїздів;

- Виконане техніко-економічне обґрунтування обраних технологій.

**Особистий внесок здобувача.** Отримання експериментальних даних, їх критичний аналіз, узагальнення результатів, проведення розрахунків, підготовка

публікацій та доповідей виконано безпосередньо здобувачем. Обговорення результатів, постановка завдань та формулювання висновків виконано спільно з науковим керівником.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення дисертаційної роботи доповідались на: II Міжнародній Конференції з питань поводження з відходами виробництва та споживання, – Київ, 2007 р.; 67 Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту», ДНУЗТ, – Дніпропетровськ, 2007 р.; I та II Міжнародній науково-практичній конференції студентів, магістрантів і аспірантів, – Одеса, ОДЕУ, 2008 р., 2009 р.; Міжнародній науково-практичній конференції «Екологічні проблеми техногенно-навантажених регіонів», – Дніпропетровськ, НГУ, 2008 р.; II Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми хімотології», – Київ, НАУ, 2008 р.; четвертій Міжнародній молодіжній науковій конференції «Довкілля – XXI» – Дніпропетровськ, Інститут природокористування, 2008 р.; Всеукраїнській науковій конференції студентів та аспірантів «Екологічна безпека держави», – Київ, НАУ, 2009 р.; VI Всероссийской НТК «Политранспортные системы», – Новосибирск: Изво СГУПСа, 2009 г.; I міжнародному конгресі «Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування», – Львів, НУ «Львівська політехніка», 2009 р.; III Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми хімотології», – Одеса, Астропринт, 2010 р.; V Международной научно-практической конференции «Проблемы безопасности на транспорте», – Гомель: БелГУТ, 2010 г.; X Міжнародній науково-технічній конференції «Авіа-2011», – Київ, НАУ, 2011 р.; The fifth world congress “Aviation in the XXI-st century. Safety in Aviation and Space Technologies”, – Kyiv, 2012; Международной научно-практической конференции «Академическая наука – проблемы и достижения», - Москва, 2013 г.

**Публікації.** Результати дисертаційної роботи опубліковані в 26 друкованих наукових роботах, у тому числі 9 статей у наукових фахових виданнях України, 15 – в матеріалах і тезах конференцій (з них 1 одноосібна). Отримано патенти України на винахід та корисну модель.

**Структура та об'єм дисертації.** Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Вона містить 206 сторінок, із них 168 сторінок основного тексту, 84 рисунки і 26 таблиць, список використаних джерел зі 143 найменувань на 18 сторінках, 4 додатків на 10 сторінках.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність теми, сформульовані мета і завдання досліджень, наведені відомості про наукову новизну, практичне значення результатів, апробацію та публікацію наукових результатів.

**Перший розділ** включає огляд сучасного стану проблеми. Зокрема обговорені особливості утворення відходів на підприємствах транспортної інфраструктури.

Вивчені токсикологічні властивості нафтовмісних відходів та вимог екологічної безпеки до них за міжнародними угодами та конвенціями. Встановлено, що

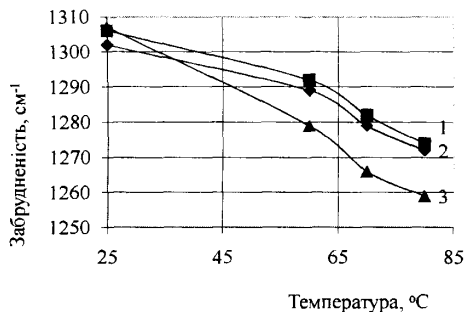
основними токсикантами, які формують токсикологічний профіль нафтовмісних відходів, є важкі метали, бенз(а)пірен, хлорвісні сполуки.

Наведені загальні принципи поводження з нафтовмісними відходами на залізничному транспорті, вимоги до проведення попередніх заходів з такими відходами для отримання позитивного результату від подальшої регенерації або утилізування. Зокрема, зазначені основні положення ДСТУ 4454:2005, вимог якого дотримуються залізничні підприємства при зберіганні відпрацьованих олиव і технологічних шламів.

Обговорені основні методи регенерації відпрацьованих олив і утилізування технологічних шламів.

**Другий розділ** присвячений дослідженню основних характеристик відпрацьованих моторних олив марок М-14В<sub>2</sub> та М-14Г<sub>2</sub>ЦС, що найчастіше застосовуються на підприємствах залізниці у двигунах тягового рухомого складу, та розробці методів їх відновлення. Зокрема наведена характеристика олив, що використовуються на підприємствах залізничного транспорту. Наведені методики оцінки якості олив (експлуатаційної придатності). Отримано та проаналізовано утворення нафтовмісних відходів. Обговорені принципи технологічної класифікації олив, що використовуються на підприємствах залізничного транспорту.

Були випробувані методи з використанням сорбентів різного походження, зокрема цеолітів, керамзиту, діалюмінію триоксиду. Вивчено вплив сорбентів на ступінь освітлення та відновлення олив. Встановлено, що використання сорбентів дає невисокий ступінь освітлення відпрацьованих олив – максимальний процент освітлення становить 3,5 % у випадку обробки відпрацьованої оливи М-14В<sub>2</sub> лужним реагентом, перколяції через шари кліноптилоліту, керамзиту та діалюмінію триоксиду та центрифугування (рис. 1).



1 - після використання цеолітів та керамзиту; 2 - після використання цеолітів; 3 - після використання цеолітів, керамзиту, діалюмінію триоксиду

Рисунок 1 – Залежність ступеня освітлення оливи М-14В<sub>2</sub> після обробки її лужним реагентом, перколяції, центрифугування при різних температурах

У лабораторних умовах були проведені експерименти з використанням класичного і до теперішнього моменту найбільш розповсюдженого у світі сульфатнокислотного методу очищення відпрацьованих олив. Була виявлена

можливість використання сорбентів для підвищення значень рН кислих олив після обробки їх сульфатною кислотою – зокрема, найкращих показників вдалося досягти після використання кліноптилоліту (підвищення значень рН з 1,0 до 4,5).

У результаті проведених експериментів та їх системного аналізу було виявлено, що використання сульфатнокислотного методу неефективне. Це пояснюється:

1. Низькими показниками виходу продукту (до 60 %) і, як наслідок, значними втратами.

2. Незадовільними значеннями таких важливих експлуатаційних показників, як рН та лужне число дуже низькі (рН=4,5 і лужне число 0,82 мг КОН/г після додаткового підлучення).

3. Утворенням побічного продукту – кислого гудрону, який важко утилізується.

4. Небезпекою з точки зору впливу на довкілля та охорони праці, пов'язаних з використанням сульфатної кислоти.

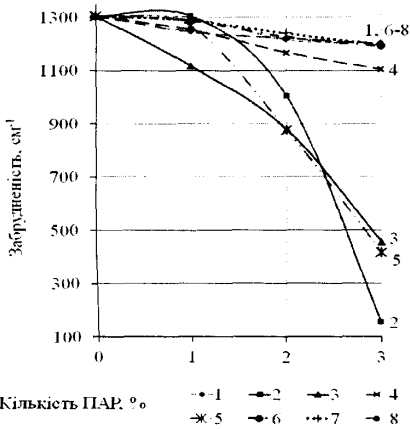
Попри відмову від цього методу на базі отриманих результатів серед інших методів рекомендовано використання природних адсорбентів у випадках невеликих значень рН та лужного числа олив.

З метою підвищення еколого-економічних показників процесу відновлення моторних олив нами запропоновано метод очищення відпрацьованих олив з використанням різних типів поверхнево-активних речовин (ПАР). Так, вперше були випробувані такі ПАР, як: аспарал Ф, оксіетильований моноалкілфенол (неонол АФ 9-12), кокамідопропілбетаїн, етоксільований лаурилсульфат натрію (Emal 270 d), кокамідопропіламіноксид САО (Євроксид СРО), стеарокс, синтанол АЛМ-10, сульфонол.

У ході досліджень оливу нагрівали до 50-55°C, змішували її протягом 30 хвилин зі швидкістю 1500 обертів на хвилину з кожним ПАР по черзі при концентраціях ПАР 1, 2, 3 мас.%, а далі відстоювали оливу з ПАР протягом 168 годин, тобто 7 діб. Далі проби центрифугували протягом 1 години у лабораторній центрифугі при 3000 обертах на хвилину. Для інтенсифікації процесу седиментації досліджена можливість застосування такого кислого агенту, як алкілбензосульфокислоти (АБСК). У подальших випробуваннях вона виступала у якості коагулянту, а ПАР - флокулянтів.

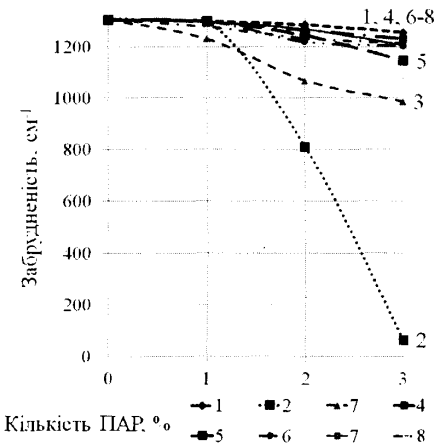
На основі експериментальних досліджень встановлена залежність ступеня освітлення олив (зменшення забрудненості) після додавання різних типів ПАР та ПАР з АБСК (рис. 2-5) у різних співвідношеннях. З результатів, наведених на рис. 2 і 3, слідує, що позитивний результат для оливи М-14В<sub>2</sub> дали неонол, Євроксид СРО, кокамідопропілбетаїн; а для оливи М-14Г<sub>2</sub>ЦС відповідно неонол та Emal 270 d. Поєднання АБСК (у кількості 1 % за масою) з ПАР (у кількості 3 % за масою) дає задовільний результат тільки у випадку поєднання її з неонолом; у всіх інших випадках потрібних змін не відбулось (рис. 4-5). Досліджувані показники досягли оптимальних незмінних значень після обробки відпрацьованої моторної оливи реагентами та центрифугування; при цьому: для оливи М-14В<sub>2</sub> – мінімальна доза неонолу, при введенні якої процес седиментації проходив швидко та ефективно, складає 2,7 % мас.; при цьому максимальний вихід очищеної оливи при цьому склав 90,01 %; для оливи М-14Г<sub>2</sub>ЦС мінімальна доза неонолу склала 2,0 % мас.; а максимальний вихід очищеної оливи у цьому випадку становив 94,12 %.





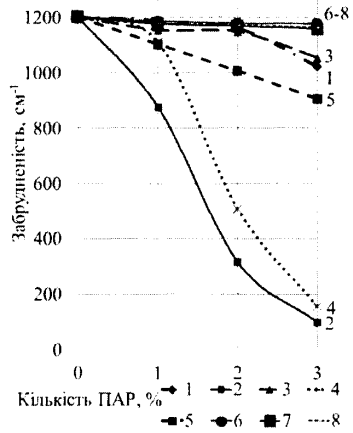
1 – аспарал Ф; 2 – неонол АФ 9-12; 3 – кокамідопропілбетайн; 4 – Emal 270 d; 5 – свроксид СРО; 6 – стеарокс; 7 – синтанол АЛМ-10; 8 – сульфол

Рисунок 2 – Залежність степені освітлення оливи М-14В<sub>2</sub> після обробки її різними видами ПАР



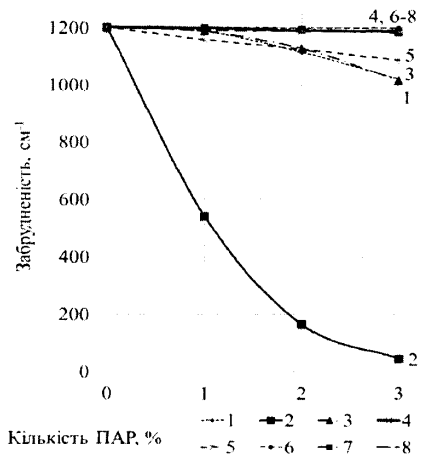
1 – аспарал Ф; 2 – неонол АФ 9-12; 3 – кокамідопропілбетайн; 4 – Emal 270 d; 5 – свроксид СРО; 6 – стеарокс; 7 – синтанол АЛМ-10; 8 – сульфол

Рисунок 4 – Залежність степені освітлення оливи М-14В<sub>2</sub> після обробки її різними видами ПАР у поєднанні з АБСК



1 – аспарал Ф; 2 – неонол АФ 9-12; 3 – кокамідопропілбетайн; 4 – Emal 270 d; 5 – свроксид СРО; 6 – стеарокс; 7 – синтанол АЛМ-10; 8 – сульфол

Рисунок 3 – Залежність степені освітлення оливи М-14Г<sub>2</sub>С після обробки її різними видами ПАР



1 – аспарал Ф; 2 – неонол АФ 9-12; 3 – кокамідопропілбетайн; 4 – Emal 270 d; 5 – свроксид СРО; 6 – стеарокс; 7 – синтанол АЛМ-10; 8 – сульфол

Рисунок 5 – Залежність степені освітлення оливи М-14Г<sub>2</sub>С після обробки її різними видами ПАР у поєднанні з АБСК

З метою співставлення і порівняння результатів швидкості процесів отримані кінетичні залежності освітлення моторних олиव марок М-14В<sub>2</sub> та М-14Г<sub>2</sub>ЦС; у якості прикладу на рисунках 6-9 наведена кінетика освітлення цих олив у випадку застосування неонулу АФ 9-12 та кокамідпропілбетаїну у комбінації з АБСК.

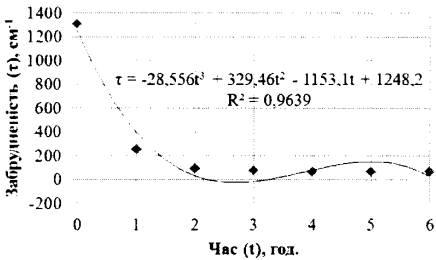


Рисунок 6 – Кінетика освітлення оливи М-14В<sub>2</sub> після використання неонулу АФ 9-12 з АБСК

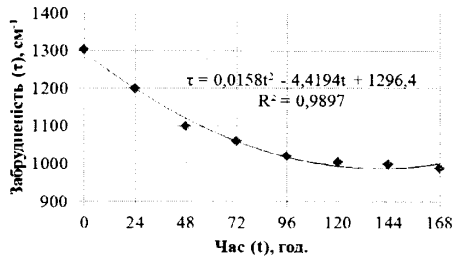


Рисунок 7 – Кінетика освітлення оливи М-14В<sub>2</sub> після використання кокамідпропілбетаїну з АБСК

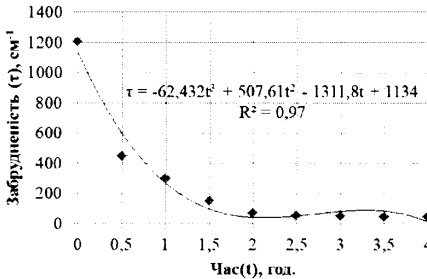


Рисунок 8 – Кінетика освітлення оливи М-14Г<sub>2</sub>ЦС після використання неонулу АФ 9-12 з АБСК

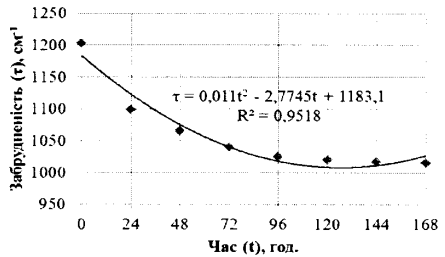


Рисунок 9 – Кінетика освітлення оливи М-14Г<sub>2</sub>ЦС після використання кокамідпропілбетаїну з АБСК

Рис. 6-9 демонструють, що процес освітлення олив М-14В<sub>2</sub> та М-14Г<sub>2</sub>ЦС набуває швидкості та ефективності після додавання неонулу.

При відновленні первісних властивостей відпрацьованих моторних олив необхідно було не тільки привести основні їх експлуатаційні параметри до норм відбракування, але перевищити їх та досягнути норм ТУ та ГОСТу. Зокрема широковідомим методом є підбір окремих присадок або пакетів присадок різного призначення. Для вдосконалення та завершення схеми відновлення відпрацьованих олив в роботі застосовані різні присадки, а саме присадки фірми «Техні Люб Компані», С-150, ВНИИМП-714. Зокрема найкращий результат був отриманий після застосування американського кондиціонеру фірми «Техні Люб Компані».

Таким чином, загальна методика має наступний вигляд:

- нагрівання відпрацьованої оливи до 60°С;

- додавання АБСК у кількості 1 % за масою, за хвилину неолон – 2,7 для оливи М-14В<sub>2</sub> (2,0 для М-14Г<sub>2</sub>ЦС) % за масою;
- перемішування протягом 30 хвилин зі швидкістю 1500 обертів на хвилину;
- центрифугування протягом 1 години, 3000 обертів на хвилину;
- додавання присадки.

Отримані результати наведені нижче (таблиці 1, 2).

Таблиця 1

Порівняння основних показників відпрацьованої та очищеної оливи М-14В<sub>2</sub> з бракувальними показниками і нормами ТУ та ГОСТу

Фізико-хімічні властивості	Забрудненість, т см <sup>-1</sup>	pH	Температура спалаху у відкритому тиглі, °С	В'язкість при 100°С, мм <sup>2</sup> /с	Лужне число, мг КОН/г	Вміст води, %
Бракувальний показник	1300,00	≤5,50	Нижче 170,00	11,50... 16,50	≤ 0,60	≥ 0,06
Досліджувана олива після бракування	1305,00	6,90	180,00	12,48	3,16	сліди
Значення параметра для оливи після очищення з використанням неолону та АБСК	64,18	5,10	223,00	13,98	1,25	сліди (0,02 см <sup>3</sup> )
Значення параметра для оливи після очищення з використанням неолону та АБСК із додаванням присадки	64,18	7,10	223,00	14,00	1,88	сліди (0,02 см <sup>3</sup> )
Норма ТУ У 23.2-31852954-006-2003, ГОСТ 12337-84	-	-	210,00	13,50... 14,50	4,80	сліди

Таблиця 2

Порівняння основних показників відпрацьованої та очищеної оливи М-14Г<sub>2</sub>ЦС з бракувальними показниками і нормами ТУ та ГОСТу

Фізико-хімічні властивості	Забрудненість, т см <sup>-1</sup>	pH	Температура спалаху у відкритому тиглі, °С	В'язкість при 100°С, мм <sup>2</sup> /с	Лужне число, мг КОН/г	Вміст води, %
Бракувальний показник	1300,00	≤5,00	Нижче 170,00	11,50... 16,50	≤ 0,60	≥ 0,06
Досліджувана олива після бракування	1203,00	5,40	120,00	8,21	2,01	сліди
Значення параметра для оливи після очищення з використанням неолону та АБСК	45,12	5,30	137,00	7,25	0,22	сліди (0,02 см <sup>3</sup> )
Значення параметра для оливи після очищення з використанням неолону та АБСК із додаванням присадки	45,12	6,90	137,00	7,30	0,55	сліди (0,02 см <sup>3</sup> )
Норма ТУ У 23.2-31852954-006-2003, ГОСТ 12337-84	-	-	215,00	13,50... 15,00	9,00	сліди

Таким чином, нами пропонується застосовувати запропонований метод очищення для цих типів оливок; при цьому у випадку М-14В<sub>2</sub> її можна рекомендувати для повторного використання, а оливу М-14Г<sub>2</sub>ЦС рекомендувати як альтернативну промивну рідину-оливу (у таблиці 3 наведені порівняльні дані отриманої нами після очищення оливи з рідинами, що рекомендуються Інструкцією з використання мастильних матеріалів на тяговому рухомому складі залізниць України ЦТ-0060 для промивання картерів тепловозів – дизпаливами двох марок, рідиною МПТ-2М).

Таблиця 3

Порівняння показників якості промивної рідини МПТ-2М, дизельного палива та очищеної оливи М-14Г<sub>2</sub>ЦС

Найменування показника	Норма			
	Відновлена олива М-14Г <sub>2</sub> ЦС	Дизпаливо марки Л	Дизпаливо марки З	МПТ-2М
В'язкість кінематична, мм <sup>2</sup> /с	25,10 при 50°C	3,00-6,00 при 20°C	1,80-5,00 при 20°C	18,0...42,0 при 50°C
Температура спалаху, що визначалась у відкритому тиглі °С, не нижче	137,00	62,00	40,00	160,00
Густина при 20°C, кг/м <sup>3</sup>	880	860	840	910
Механічні домішки, %	0,01	Відсутність	Відсутність	не більше 0,02
Вміст води %, не більше	0,02 (сліди)	Відсутність	Відсутність	Сліди

На теперішній момент відпрацьовані оливи передаються на інші підприємства на регенерацію, проте, на нашу думку, у цьому питанні слід використовувати міжнародний досвід, що передбачає регенерацію оливок безпосередньо на підприємстві, де вони утворилися, з подальшим повторним використанням.

Також можливим є використання відновлених оливок у суміші зі свіжими. Проте при впровадженні запропонованої схеми можливим стає антагонізм, який може виникнути між пакетом присадок, що вже присутні у свіжій моторній оливі, та олівним кондиціонером «Техні Люб». Тому раціональним буде запропонувати закупівлю залізничними підприємствами свіжих оливок без присадок та цього олівного кондиціонера, який буде додаватись до оливок безпосередньо на підприємстві.

Результати випробувань олівного кондиціонера «Техні Люб» (додаток 1 дисертаційної роботи), показали, що додавання цієї присадки до оливок обох марок майже не впливає на їх основні фізико-хімічні властивості, при цьому підвищує протизношувальні та антифрикційні властивості, що було виявлено в умовах хіміко-технічної лабораторії депо із застосуванням відповідної апаратури. Крім того, при випробуваннях оливок на дослідних тепловозах було відмічено зниження витрат оливи для дизельних двигунів та подовження міжремонтного пробігу тепловозів.

Нами також були проведені додаткові випробування свіжих та відновлених за запропонованою схемою оливок та встановлені показники їх диспергуючої здатності. В результаті диспергуюча здатність свіжої оливи склала 0,77; диспергуюча здатність відновленої оливи – 0,80 (при бракувальному показнику менше 0,35). Збільшення цього параметра у відновленій оливі, на нашу думку, пов'язане саме з

використанням присадки Техні-Люб. Тому, застосування кондиціонеру «Техні Люб» є економічно та екологічно доцільним, як для свіжих, так і для відновлених олив.

Крім того, нами була проведена перевірка свіжих, відпрацьованих та відновлених за запропонованими вище схемами олив М-14В<sub>2</sub> та М-14Г<sub>2</sub>ЦС на вміст в них бенз(а)пірену, важких металів (свинцю, нікелю, купрум, кобальту, хрому, цинку) та хлор-іонів (якісна). Отримані результати наведені в таблиці 4.

Таблиця 4 - Порівняння екологічних показників свіжих, відбракованих та відновлених олив М-14В<sub>2</sub> та М-14Г<sub>2</sub>ЦС

Показник	Вміст в оливі М-14В <sub>2</sub>			Вміст в оливі М-14Г <sub>2</sub> ЦС		
	Свіжій	Відбракованій	Відновленій	Свіжій	Відбракованій	Відновленій
Бенз(а)пірен. мг/кг	-	13	-	-	14	-
Хлорид-іон	Відс.	Відс.	Відс.	Відс.	Відс.	Відс.
Важкі метали (валова кількість, мг/кг):						
Свинець	35	69	12	14	17	2
Нікель	-	26	4	-	15	2
Купрум	12	34	5	43	88	14
Кобальт	-	-	-	-	-	-
Хром	-	-	-	5	12	2
Цинк	-	24	3	-	22	2

З таблиці 4 можна зробити наступні висновки:

1. при роботі олив обох марок в них з'являється бенз(а)пірен, який повністю зникає з олив після обробки їх за запропонованими у дисертаційній роботі схемами;
2. відсутність в оливах хлорид-іонів на всіх стадіях підтверджує їх безпечність з цього боку та екологічність запропонованих схем відновлення;
3. присутність у відпрацьованих оливах важких металів підвищує їх екологічну небезпеку; також збільшення кількості цих металів говорить про незадовільну роботу дизелів, адже за рекомендаціями Організації співдружності залізниць після перевищення в оливах певних концентрацій металів (додаток 2 дисертації) можна робити висновок про знаходження дизеля в аварійному стані та необхідність проведення певних ремонтно-технічних заходів.

Значне зниження кількості цих токсичних елементів (для оливи М-14В<sub>2</sub> – свинцю на 82,61 %; нікелю на 84,62 %, купрум на 85,29 %, цинку на 87,50 %; для оливи М-14Г<sub>2</sub>ЦС – свинцю на 88,24 %, нікелю на 86,67 %, купрум на 84,09 %, хрому на 83,33 %, цинку на 90,91 %) після обробки олив за запропонованими у дисертаційній роботі схемами підтверджує безпечність відновлених олив та екологічність самих схем.

У **третьому розділі** містяться дані про існуючі технології та схеми регенерації відпрацьованих моторних олив на залізничному транспорті України.

Також запропонована загальна схема регенерації відпрацьованих моторних олив залізниць (рис. 10).

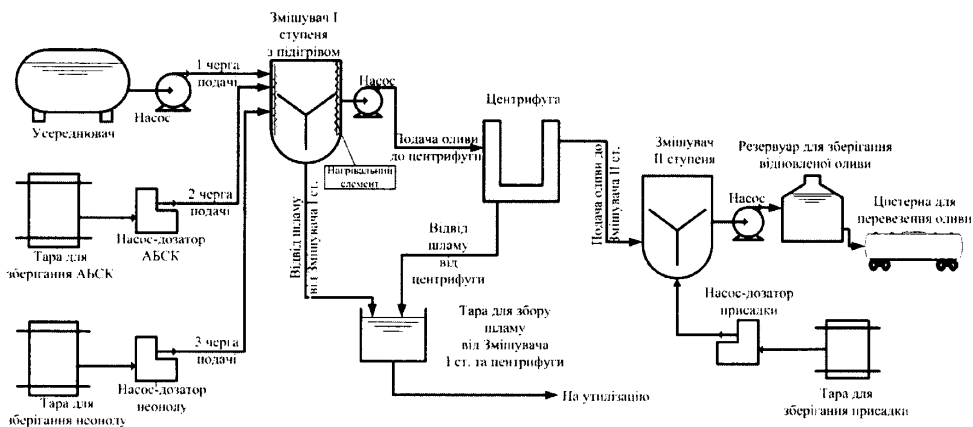


Рисунок 10 – Схема поводження з відпрацьованими оливами після відбракування

Як можна побачити з рис. 10, нами пропонується перекачувати відпрацьовані оливи з картера тепловоза до спеціальної ємкості-усереднювача і після відстоювання до змішувача першого ступеня. У змішувачі олива нагрівається до необхідної температури, далі додаються у необхідній кількості реагенти: АБСК і згодом неонол. Після перемішування маса потрапляє трубопроводом до центрифуги і далі до змішувача другого ступеня. Крім того, до цього ж змішувача насосом-дозатором додається присадка, іде процес перемішування.

Згодом готову оливу перекачують до спеціального резервуару для зберігання або безпосередньо у вагон-цистерну для світлих нафтопродуктів. За необхідності, можна перевозити підготовлену оливу до інших користувачів залізничними або автоцистернами. Також у схемі передбачені збірні тара-шламонакопичувач для відводу побічних продуктів від змішувача I ступеня та центрифуги.

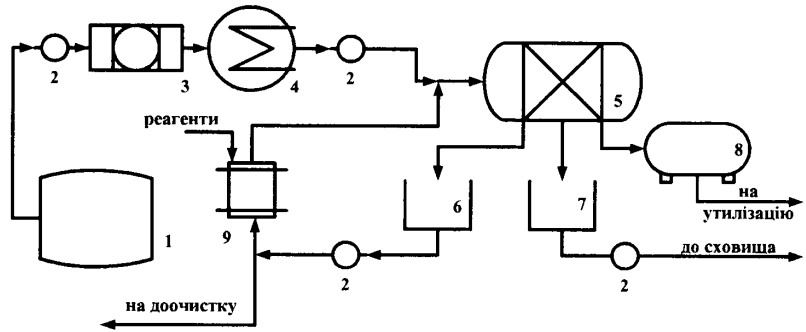
Як резервуар для зберігання готової продукції нами пропонується використовувати горизонтальні резервуари-цистерни, що найчастіше застосовують як витратні сковища.

Ця схема є універсальною як для олив типу М-14В<sub>2</sub>, так і для М-14Г<sub>2</sub>ЦС, єдиною різницею є отримання різних продуктів на виході: у першому випадку відновленої моторної оливи, у другому – промивної рідини для картерів тепловозів, що можна використовувати на тому ж підприємстві або на інших лінійних підрозділах залізниці.

Нами пропонується 2 варіанти впровадження запропонованої технологічної схеми: перший – для отримання малих кількостей оливи, які поступово будуть накопичуватись у спеціальному резервуарі для зберігання на території окремих лінійних підрозділів залізниці для їх внутрішніх потреб; другий – для значних кількостей відновленої оливи в умовах роботи великих оливорегенераційних станцій, які обслуговують значну кількість підприємств.

Також у даному розділі проведений розрахунок змішувачів першого (зі змієвиком) та другого ступеня, центрифуг із розрахунку двохваріантної можливості впровадження: у першому варіанті розрахунок проведений для можливої продуктивності 195 кг на 1 годину; у другому випадку – 1000 кг на 1 годину.

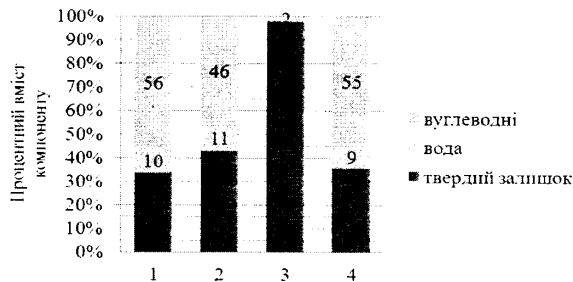
У **четвертому розділі** проаналізовані технологічні процеси, в результаті яких утворюються технологічні шлами на залізничних підприємствах, і запропонована принципова схема реагентної переробки нафтошламу із застосуванням декантера і теплообмінника (рис. 11).



1 – резервуар для зберігання нафтошламів; 2 – насоси; 3 – фільтр грубого очищення; 4 – теплообмінник; 5 – декантер-центрифуга; 6 – тара для збирання води; 7 – тара для збирання фугату (вуглеводнів); 8 – тара для збирання осаду; 9 – тара для приготування реагентів

Рисунок 11 – Принципова схема реагентної переробки нафтошламу із застосуванням декантера і теплообмінника

У якості реагентів-флокулянтів випробувані поверхнево-активні речовини (сульфонол, неол АФ 9-12, кокамідопропілбетаїн) у поєднанні з класичним реагентом поліакриламідом, що широко застосовується для розділення нафтошламів. Результати застосування запропонованих флокулянтів наведено на рис. 12.



1 – ПАА; 2 – сульфол з ПАА; 3 – неол АФ 9-12 з ПАА; 4 – кокамідопропілбетаїн з ПАА

Рисунок 12 – Залежність ступеня розділення технологічного шламу на фракції після додавання різних поверхнево-активних речовин та поліакриламіду

Як видно з рис. 12, найкращий результат, тобто ефективне розділення суміші на три фракції – твердий залишок, воду, вуглеводні, був отриманий при поєднанні поліакриламіду з сульфолом. Також були отримані кінетичні залежності ступеню розділення технологічного шламу на фракції (рис. 13).

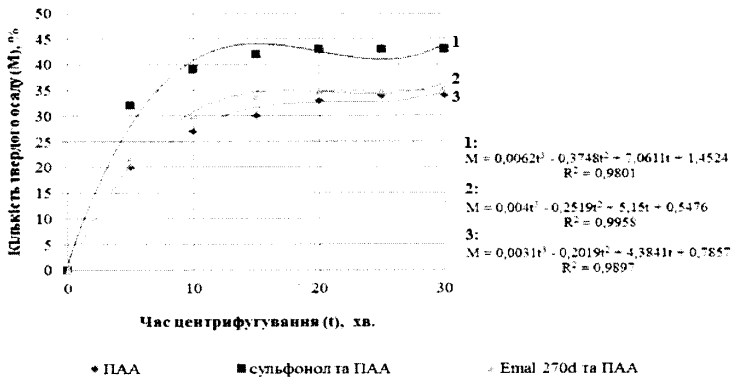


Рисунок 13 – Кінетичні залежності ступеню розділення технологічного шламу

Як видно з графіків, у якості досліджуваного показника була обрана кількість твердого залишку, що утворювався в процесі центрифугування. Так як у випадку поєднання ПАА з сульфонолом було отримано найбільш якісно очищені продукти (вуглеводні та воду), адже вони містила найменшу кількість мінеральних та інших домішок, нами пропонується використовувати флокулянти поліакриламід у поєднанні з сульфонолом (пасти марки «технічний»), у кількості 1 % за масою кожного.

У п'ятому розділі запропонована еколого-хіммотологічна схема поводження з відпрацьованими оливами на залізниці (рис. 14).

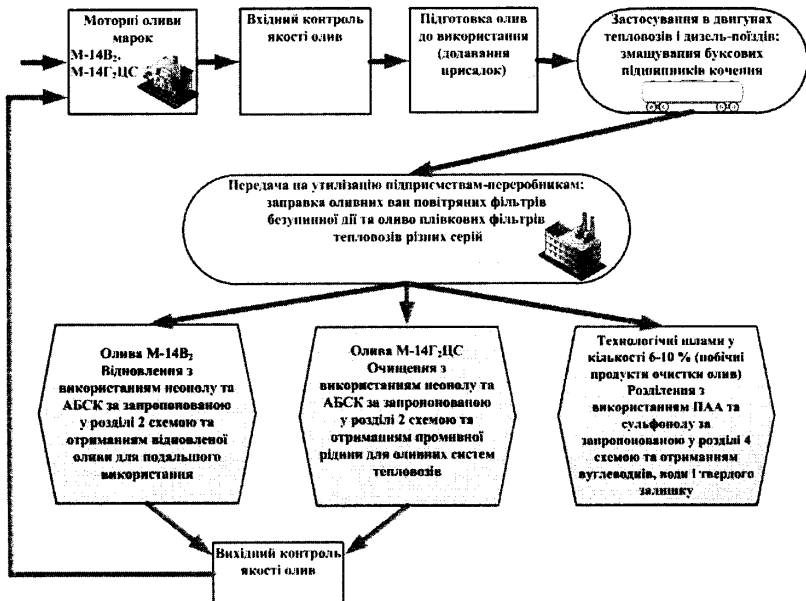


Рисунок 14 – Функціональна еколого-хіммотологічна схема поводження з нафтопродуктами на залізничному транспорті



Проведений техніко-економічний розрахунок складових технологічної схеми, розрахунок зборів за розміщення відходів, крім того, розрахована еколого-економічна ефективність запропонованих природоохоронних заходів. Величина умовного екологічного ефекту склала 70550,20 грн. при накопиченні 28,731 т відпрацьованої оливи на рік. За нашими розрахунками за умови щорічної економії у середньому 300 тис. грн. на закупівлю нової оливи така схема дасть позитивний ефект вже через 4 роки і 11 місяців після впровадження.

## ВИСНОВКИ

У дисертації, що є завершеною науково-дослідною роботою, поставлена і вирішена актуальна науково-прикладна задача, яка полягає у розробці екологічної технології утилізації нафтовмісних відходів залізниць із застосуванням принципів ресурсозбереження. Найбільш важливі наукові і практичні результати, висновки і рекомендації полягають у наступному:

1. Аналіз утворення нафтовмісних відходів на залізниці з оцінкою їх небезпеки з точки зору впливу на навколишнє середовище та людину, а також дослідження сучасних методів поводження з відпрацьованими оливами і технологічними шламами дали змогу розробити технології їх утилізації.

2. Досліджено методи відновлення олив та встановлено, що застосування сорбційних технологій не забезпечує достатній ступінь їх освітлення, при цьому визначено, що використання сорбентів для підвищення значень рН кислих олив після обробки їх сульфатною кислотою дає змогу підвищити екологічну безпеку процесів доочистки олив.

3. Запропонований новий метод відновлення та регенерації моторних олив марок М-14В<sub>2</sub> та М-14Г<sub>2</sub>ЦС та отримано кінетичні залежності процесу їх освітлення, що дозволяє визначити мінімальний час освітлення та найефективнішу ПАР, при цьому найкращі показники отримані з використанням алкілбензолсульфофосфатів у суміші з неолоном АФ 9-12. Процент освітлення склав 95,08 % для оливи М-14В<sub>2</sub> і 96,25 % для оливи М-14Г<sub>2</sub>ЦС; вихід очищеного продукту становить 90,01 % для оливи М-14В<sub>2</sub> і 94,12 % для оливи М-14Г<sub>2</sub>ЦС.

4. У процесі випробування розробленого методу відновлення олив доведено, що він має ряд переваг перед існуючими технологіями, зокрема, забезпечує більшу ступінь освітлення, вихід очищеного продукту та екологічну безпеку завдяки значному зменшенню кількості або повній ліквідації присутності у відновлених оливах важких металів, хлоридів та бенз(α)пірену.

5. Запропонований метод переробки нафтошлему із застосуванням декантера, теплообмінника, ПАА та сульфонолу забезпечує якісне розділення фаз нафтошлему, раціональне поводження та маловідходність процесу утилізування. Отримані кінетичні залежності розділення фаз забезпечують вибір оптимального співвідношення реагентів та ефективність процесу.

6. На основі проведених досліджень розроблена функціональна еколого-хімтехнологічна схема поводження з нафтопродуктами на залізничному транспорті, виконано техніко-економічне обґрунтування запропонованих схем, а також розрахована еколого-економічна ефективність від впровадження запропонованої схеми утилізації відпрацьованих олив і шламів.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. **Безовська М. С.** Утилізація нафтошламів та мастил структурних підрозділів залізниць / **М. С. Безовська**, Ю. В. Зеленько, Л. О. Яришкіна, О. Б. Бабенко // Науково-практичний журнал «Залізничний транспорт України» / ред. кол. Бакаєв О. О., Боднар Б. Є., Даніленко Е. І. [та ін.]. – К.: Вид-во ДНДЦ УЗ, 2008. – №1. – С. 36–38. *Особистий внесок – аналіз даних щодо утворення нафтовміщуючих відходів залізничних підприємств, а також методів їх утилізації.*
2. **Безовська М. С.** Вивчення корозійної активності олив та розробка рекомендацій щодо їх регенерації / **М. С. Безовська**, Ю. В. Зеленько, Л. О. Яришкіна // Збірник наукових праць: Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності / За ред. Козяра М. М., Ковалишина В. В., Семераки М. М. [та ін.]. – Львів: Вид-во ЛДУ БЖД, 2008. – № 2. – С. 171-177. *Особистий внесок – отримання експериментальних результатів корозійної активності відпрацьованих олив, аналіз методів їх утилізації.*
3. **Безовська М. С.** Використання природних адсорбентів для регенерації відпрацьованих мастил / **М. С. Безовська**, Ю. В. Зеленько, Л. О. Яришкіна // Науковий вісник Національного гірничого університету, науково-технічний журнал / ред. кол. Г. Г. Півняк, О. С. Бешта, П. І. Пілов [та ін.]. – Дніпропетровськ: Вид-во НГУ, 2008. – № 4. – С. 75–77. *Особистий внесок – дослідження можливості використання природних адсорбентів для регенерації відпрацьованих мастил.*
4. **Безовська М. С.** Відпрацьовані оливи: утворення, зберігання, регенерація / **М. С. Безовська**, Ю. В. Зеленько, Л. О. Яришкіна // Науково-практичний журнал «Залізничний транспорт України» / ред. кол. Самсонкін В. М., Бакаєв О. О., Боднар Б. Є. [та ін.]. – К.: Вид-во ДНДЦ УЗ, 2009. – №6. – С. 33–35. *Особистий внесок – виконання експериментальних досліджень по відновленню відпрацьованих олив залізничних підприємств.*
5. **Безовська М. С.** Розробка загальної схеми регенерації відпрацьованих олив залізниць / **М. С. Безовська**, Ю. В. Зеленько, Л. О. Яришкіна, Л. О. Шевченко // Вестник Херсонского национального технического университета. – Херсон: Издательство Херсонского национального технического университета, 2011. – С. 43–47. *Особистий внесок – виконання експериментальних досліджень з використанням суміші поверхнево-активних речовин та кислого реагента-замінника у схемі відновлення якості відпрацьованих моторних олив.*
6. **Безовська М. С.** Розробка сучасних принципів утилізації технологічних шламів підприємств залізничної інфраструктури / **М. С. Безовська**, Ю. В. Зеленько // Збірник наукових праць Донецького інституту залізничного транспорту Української державної академії залізничного транспорту / За ред. Поддубняка В. Й., Загарія Г. І., Чепцова М. М. [та ін.]. – Донецьк: Видавництво Донецького інституту залізничного транспорту, 2011. – Випуск 27. – С. 159–162. *Особистий внесок – виконання експериментальних досліджень по розділенню технологічних шламів на фракції із застосуванням реагентів-флокулянтів.*
7. **Безовська М. С.** Новітні еколого-хіммотологічні моделі поводження з відпрацьованими оливами залізниць / **М. С. Безовська**, Ю. В. Зеленько // Общегосударственный научно-технический журнал «Вопросы химии и химической технологии» / Под ред. Николаенко Н. В., Баштаника П. И., Начовного И. И. – Днепропетровск: «Новая идеология», 2012. – № 1. – С. 145–148. *Особистий внесок –*

запропонована функціональна еколого-хіммотологічна модель поводження з відпрацьованими оливами на залізниці.

8. Зеленько Ю. В. Разработка комплексной технологической станции утилизации нефтесодержащих отходов железных дорог / Ю. В. Зеленько, М. С. Безовская // Бюллетень научных работ Брянского филиала МИИТ. Выпуск 3. – Брянск: Издательство ООО «Дизайн-Принт», 2013. – № 1 апрель. – С. 13–17 (включений в Базу даних Наукової електронної бібліотеки Російського індексу наукового цитування НЕБ РИНЦ). *Особистий внесок – аналіз даних щодо утворення нафтовміщуючих відходів залізничних підприємств, виконання експериментальних досліджень по відновленню відпрацьованих олив, їх токсикологічних властивостей.*

9. Зеленько Ю. В. Розробка інноваційних ресурсозберігаючих технологій утилізування нафтовміщуючих відходів / Ю. В. Зеленько, М. С. Безовська, А. Л. Лещинська // Журнал «Технологический аудит и резервы производства» / За ред. Дмитрімова В. П., Дуднікова А. А., Біловода О. І. [та ін.]. – Харків: ПП «Технологічний центр», 2013. – № ½ (9). – С. 17–21 (включений до міжнародних наукометричних баз даних Index Copernicus, DRIVER, BASE, Uirtch's Periodicals Directory). *Особистий внесок – аналіз проблеми утворення та результатів досліджень у сфері утилізації відпрацьованих олив.*

10. П.В. 95154 Україна. МПК С 10 М 175/00. Спосіб регенерації відпрацьованої моторної оливи / **Безовська М. С.**, Зеленько Ю. В., Яришкіна Л. О., патентовласник Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – № а 2009 13563; заявл. 25.12.2009; опубл. 11.07.2011, Бюл. № 13. *Особистий внесок – виконання експериментальних досліджень щодо впливу концентрацій реагентів на ступінь освітлення відпрацьованої моторної оливи.*

11. П.К.М. 70077 Україна. МПК С 10 М 175/00. Спосіб очистки відпрацьованої моторної оливи для дизелів / **Безовська М. С.**, Зеленько Ю. В., патентовласник Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – № u 2011 13558; заявл. 18.11.2011; опубл. 25.05.2012, Бюл. № 10. *Особистий внесок – виконання експериментальних досліджень по вивченню впливу концентрацій флокулянтів на ступінь освітлення відпрацьованої оливи для дизелів.*

12. **Безовська М. С.** Утилізація нафтовмісних технологічних шламів структурних підрозділів залізниць / **М. С. Безовська**, Ю. В. Зеленько, В. М. Плахотник, Л. О. Яришкіна // Збірка тез доповідей II Міжнародної Конференції з питань поводження з відходами виробництва та споживання, 25–27 квітня 2007 р. – К., 2007. – С. 21–22. *Особистий внесок – аналіз даних щодо утворення нафтовміщуючих відходів залізниць.*

13. **Безовська М. С.** Проблеми утилізації нафто- та мастиловміщуючих відходів на залізничному транспорті / **М. С. Безовська**, Ю. В. Зеленько, В. М. Плахотник, Л. О. Яришкіна // Тези доповідей 67 Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту», 24–25 травня 2007 р. / Дніпроп. Нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ: Вид-во Дніпроп. Нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2007. – С. 216–217. *Особистий внесок – аналіз даних щодо методів поводження з нафтовміщуючими відходами на залізничних підприємствах.*

14. **Безовская М. С.** Применение природных цеолитов для очистки отработанных масел / **М. С. Безовская**, Л. О. Ярышкіна // Збірка тез доповідей «Екологічні проблеми регіонів України»: Матеріали X Всеукраїнської наукової конференції студентів, магістрантів і аспірантів. «Регіональні екологічні проблеми»: Матеріали I Міжнародної

наукової конференції студентів, магістрантів і аспірантів, 17–18 квітня 2008 р. / За ред. д.г.-м.н., проф. Т. А. Сафранова; Одеський державний екологічний університет. – Одеса: Вид-во ОДЕКУ, 2008. – С. 23. *Особистий внесок – дослідження можливості використання природних адсорбентів для регенерації відпрацьованих олів.*

15. **Безовська М. С.** Використання природних адсорбентів для регенерації відпрацьованих мастил / **М. С. Безовська**, Ю. В. Зеленько, Л. О. Яришкіна // Збірка тез доповідей «Екологічні проблеми техногенно-навантажених регіонів»: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 12–14 травня 2008 р. / ред. кол.: Бешта А. С., Горова А. І., Крупська Л. Т. [та ін.]. – Дніпропетровськ: Вид-во НГУ, 2008. – С. 217. *Особистий внесок – дослідження можливості використання природних адсорбентів для регенерації відпрацьованих мастил.*

16. **Безовська М. С.** Підбір цеолітів вітчизняного походження для регенерації відпрацьованих мастил / **М. С. Безовська**, Ю. В. Зеленько, Л. О. Яришкіна // Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми хімії токсикології» (м. Київ, 02–06 червня, 2008) / ред. кол.: Харченко В. П., Бойченко С. В., Запорожець О. І. [та ін.]. – К.: Вид-во Нац. авіац. ун-ту, 2008. – С. 136. *Особистий внесок – дослідження можливості використання конкретних типів природних адсорбентів для регенерації відпрацьованих олів.*

17. **Безовська М. С.** Моніторинг утворення оливоміщуючих відходів на підприємствах залізничного транспорту / **М. С. Безовська**, Ю. В. Зеленько, Л. О. Яришкіна // Довкілля – XXI. Матеріали четвертої Міжнародної молодіжної наукової конференції; м. Дніпропетровськ, 9–10 жовтня 2008 р. / ред. кол.: А. Г. Шапар (голов. ред.) та ін. – Дніпропетровськ, 2008 р. – С. 10–11. *Особистий внесок – аналіз даних щодо утворення оливоміщуючих відходів залізничних підприємств.*

18. **Безовская М. С.** Проблемы регенерации отработанных моторных масел железнодорожных предприятий / **М. С. Безовская**, А. Л. Лещинская, Ю. В. Зеленько // Збірка тез доповідей «Екологічна безпека держави»: Матеріали Всеукраїнської наукової конференції студентів та аспірантів, 21–24 квітня 2009 р. – К.: Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друку», 2009. – С. 223. *Особистий внесок – аналіз даних щодо методів поводження з нафтовміщуючими відходами на залізничних підприємствах, виконання експериментальних досліджень для регенерації відпрацьованих олів.*

19. **Безовская М. С.** Регенерация отработанных нефтепродуктов / **М. С. Безовская**, А. Л. Лещинская, Ю. В. Зеленько // Збірка тез доповідей «Екологічні проблеми регіонів України»: Матеріали XI Всеукраїнської наукової конференції студентів, магістрантів і аспірантів. «Регіональні екологічні проблеми»: Матеріали II Міжнародної наукової конференції студентів, магістрантів і аспірантів, 21–25 квітня 2009 р. / За ред. д.г.-м.н., проф. Т. А. Сафранова; Одеський державний екологічний університет. – Одеса: Вид-во ОДЕКУ, 2009. – С. 31. *Особистий внесок – аналіз даних щодо методів очищення та відновлення нафтовміщуючих відходів.*

20. **Безовская М. С.** Разработка рекомендаций по регенерации отработанных масел железнодорожных предприятий / **М. С. Безовская**, Ю. В. Зеленько, Л. А. Ярышкіна, В. Ю. Карпов // Политранспортные системы: Материалы VI Всероссийской НТК (Новосибирск, 21–23 апреля 2009 г.): в 2-х ч. – Новосибирск: Из-во СГУПС, 2009. – Ч. 1. – С.66-71. *Особистий внесок – виконання експериментальних досліджень з використанням кислот, природних адсорбентів, спіненого металу для очистки олів.*

21. **Безовська М. С.** Регенерація відпрацьованих моторних олів підприємств залізничного транспорту / **М. С. Безовська**, Ю. В. Зеленько // Збірник матеріалів I

Міжнародного конгресу «Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування», 28–29 травня 2009 р. / ред. кол.: Бобало Ю. Я., Мальований М. С., Атаманюк В. М. [та ін.]. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2009. – С. 14. *Особистий внесок – виконання експериментальних досліджень з використанням кислот та природних адсорбентів для регенерації відпрацьованих олів.*

22. **Безовська М. С.** Відновлення відпрацьованих компресорних олів залізничних підприємств / **М. С. Безовська**, Ю. В. Зеленько // *Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми хімотології»* (м. Київ, 20–24 вересня, 2010) / ред. кол.: Харченко В. П., Бойченко С. В., Любінін Й. А. [та ін.]. – Одеса: Астропринт, 2010. – С. 36-37. *Особистий внесок – аналіз даних щодо утворення нафтовміщуючих відходів залізничних підприємств, виконання експериментальних досліджень для регенерації відпрацьованих компресорних олів.*

23. **Безовская М. С.** Регенерация отработанных моторных масел линейных подразделений железной дороги / **М. С. Безовская**, Ю. В. Зеленько, Л. О. Ярышкіна // *Проблемы безопасности на транспорте: Материалы V Международной научно-практической конференции* (Гомель, 25–26 ноября 2010 г.) / Под ред. Сенько В. И., Негрея В. Я., Бочковой К. А. [и др.]. – Гомель: БелГУТ, 2010. – С.249–250. *Особистий внесок – виконання експериментальних досліджень з використанням кислот і природних сорбентів у схемі відновлення якості відпрацьованих моторних олів.*

24. **Безовська М. С.** Упровадження новітніх розробок у сфері відновлення відпрацьованих олів / **М. С. Безовська** // *Матеріали X Міжнародної науково-технічної конференції «Авіа-2011»* (Київ, 19-21 квітня), Т. 3 / Под ред. Сенько В. И., Негрея В. Я., Бочковой К. А. [и др.]. – К.: НАУ, 2011. – С.18.46–18.49.

25. A. Leshynska Improved environmental safety in the treatment of waste oil / A. Leshynska, **M. Bezovskaya**, Y. Zelen'ko // *Proceedings the fifth world congress "Aviation in the XXI-st century. Safety in Aviation and Space Technologies"* (Kyiv, September 25-27), – Kyiv: 2012. – P. 5.23-5.25. *Особистий внесок – запропонована схема для відновлення відпрацьованих олів на залізниці.*

26. Зеленько Ю. В. Разработка комплексной технологии утилизации нефтесодержащих отходов железных дорог / **М. С. Безовская** // *Матеріали докладов Международной научно-практической конференции «Академическая наука – проблемы и достижения»* (Москва, 30-31 января). – М.: 2013. – С. 198-200. *Особистий внесок – виконані експериментальні дослідження по відновленню відпрацьованих моторних олів.*

## АНОТАЦІЯ

**Безовська М. С.** Підвищення рівня екологічної безпеки при поводженні з відпрацьованими нафтопродуктами на залізниці. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – Екологічна безпека. – Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ, 2014.

Створено сучасні раціональні та екологічні схеми утилізування та рекуперації нафтовмісних відходів залізничних підприємств, що дозволяє зменшити техногенне навантаження, пов'язаного з їх накопиченням, поводженням та мінімізацією.

На основі наукових досліджень виявлено можливість використання сорбентів для підвищення значень рН кислих олів після обробки їх сульфатною кислотою. Вивчена

можливість використання ПАР з алкілбензолсульфо кислотою для відновлення оливо. Запропонований новий метод відновлення та регенерації моторних оливо, для якого отримані кінетичні залежності освітлення моторних оливо, що дозволили визначити мінімальний час освітлення та найефективнішу ПАР. Максимальний ефект очистки при цьому склав 96 %, вихід очищеного продукту – 94 %.

Запропоновано принциповий метод реагентної переробки нафтошламу із застосуванням декантера і теплообмінника з додаванням ПАР для підвищення ступеню розділення шламів, для якого отримані кінетичні залежності ступеню розділення технологічного шламу, що дозволили визначити найефективнішу ПАР. Розроблена функціональна еколого-хімотологічна схема поводження з нафтопродуктами на залізничному транспорті. Виконано техніко-економічне обґрунтування запропонованих схем, а також розрахована еколого-економічна ефективність від впровадження запропонованої схеми утилізації відпрацьованих оливо і шламів.

**Ключові слова:** відпрацьовані нафтопродукти, моторні оливи, технологічні шлами, залізничні підприємства, відновлення, еколого-хімотологічна схема поводження.

## АННОТАЦИЯ

**Безовская М. С. Повышение уровня экологической безопасности при обращении с отработанными нефтепродуктами на железной дороге. – Рукопись.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 21.06.01 – Экологическая безопасность. – Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, Ивано-Франковск, 2014.

Решена научно-прикладная задача создания современных рациональных и экологических схем утилизации и рекуперации нефтесодержащих отходов железнодорожных предприятий с применением принципов ресурсосбережения, что позволяет уменьшить техногенную нагрузку, связанную с накоплением, обработкой и минимизацией отходов третьего класса опасности.

Изучены особенности образования нефтесодержащих отходов на железной дороге, дана оценка опасности с точки зрения их влияния на окружающую среду и человека, исследованы современные методы обращения с отработанными маслами и технологическими шламами, что позволило определить пути дальнейшего обращения с ними.

Исследованы существующие методы регенерации отработанных масел, в частности сернокислотный. Изучено влияние сорбентов природного происхождения на степень осветления и восстановления масел; установлено, что использование сорбентов дает невысокую степень осветления отработанных масел (до 3,5 %). На основе научных исследований выявлена возможность использования сорбентов для повышения значений рН кислых масел после обработки их серной кислотой.

Изучена возможность использования поверхностно-активных веществ (ПАВ) с алкілбензолсульфо кислотою для восстановления масел. Предложен новый метод восстановления и регенерации моторных масел, для которого получены кинетические зависимости осветления моторных масел. Они позволили определить минимальное время осветления и наиболее эффективное ПАВ.

В ходе исследований было доказано, что использование предложенного в работе метода имеет ряд преимуществ и обеспечивает большую степень осветления масел с помощью технологий, в частности, эффект очистки составил 96 %.



%), выход очищенного продукта (94 %) и экологическую безопасность благодаря значительному уменьшению количества или полному извлечению из восстановленных масел таких токсичных компонентов, как тяжелых металлов (свинца, никеля, меди, цинка, хрома), хлоридов и бенз(а)пирена.

Предложен принципиальный метод реагентной переработки нефтешлама с применением декантера и теплообменника с добавлением ПАА и ПАВ для повышения степени разделения шламов, для которого получены кинетические зависимости степени разделения технологического шлама, позволившие определить наиболее эффективное ПАВ. Использование данного метода позволяет получить очищенные продукты в виде углеводов и воды, которые можно использовать в технологических процессах предприятия.

Разработана функциональная эколого-химмотологическая схема обращения с нефтепродуктами на железнодорожном транспорте. Выполнено технико-экономическое обоснование предложенных схем, а также рассчитана эколого-экономическая эффективность от внедрения предложенной схемы утилизации отработанных масел и шламов. Кроме того, на основе проведенных исследований проведен подбор и расчет основного технологического оборудования для проведения регенерационных мероприятий на предприятиях, а именно смесителей двух ступеней и центрифуг, которые обеспечат рациональную и эффективную работу предложенной схемы.

**Ключевые слова:** отработанные нефтепродукты, моторные масла, технологические шламы, железнодорожные предприятия, восстановление, эколого-химмотологическая схема обращения.

## ABSTRACT

**Bezovska M. S. Improved environmental safety in the treatment of waste oil on the railroad.** – Manuscript.

Dissertation for the degree of Candidate of Technical Science, speciality 21.06.01 – Ecological Safety. – Ivano-Frankivsk national technical university of oil and gas, Ivano-Frankivsk, 2014.

The applied scientific problem of creation of modern oil containing wastes utilization schemes for railway enterprises was resolved.

The new technologies with surface-active substances usage are offered. The laboratory studies to recover the properties of the oil containing wastes with a wide range of surface-active substances (surfactants) were conducted. The kinetic dependences of purification of waste oils division were obtained; they allowed to determine the minimum treatment time and the most effective surfactant.

The method of oil sludge processing using decanter and heat exchanger was offered. The kinetic dependences of degree of oil sludge division were obtained; they allowed to determine the most effective surfactant. The ecological and chemmotological scheme of treatment with oil containing wastes was created. The feasibility study of the offered recovery scheme was calculated. The effect of the introduced scheme was calculated.

**Key words:** waste oils, motor oil, oil sludge, railway enterprises, recovery, ecological chemmotological scheme of treatment.