

УДК 629.4.082.52.001.57

М. С. БЕЗОВСЬКА, Ю. В. ЗЕЛЕНЬКО

НОВІТНІ ЕКОЛОГО-ХІММОТОЛОГІЧНІ МОДЕЛІ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДПРАЦЬОВАНИМИ ОЛИВАМИ ЗАЛІЗНИЦЬ

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна,
м. Дніпропетровськ

Щорічно утворюється значна кількість оливовмісних відходів. Метод утилізації олив залежить від конкретного їх виду, кількості та властивостей. У даній статті розглядаються основні методи регенерації відпрацьованих олив; пропонується еколого-хімотологічна модель поведження з оливами на залізниці.

Вступ

Однією з найбільш актуальних проблем локомотивних депо залізниць України є утворення значної кількості відходів відпрацьованих моторних олив, що зазвичай відносять до третього класу токсичності. На даний момент такі відходи передаються на інші підприємства на регенерацію, проте, на нашу думку, у цьому питанні слід використовувати міжнародний досвід, що передбачає регенерацію олив безпосередньо на підприємстві, де вони утворилися, з подальшим повторним використанням [1,2].

Головною задачею на сьогодні є оновлення існуючих хімотологічних карт на нафтопродукти, що використовуються на залізничному транспорті, і не останнє місце тут займають питання екологічної безпеки. Зокрема, включення до цих карт новітніх схем регенерації та відновлення відпрацьованих олив забезпечить значне зменшення накопичених об'ємів відпрацьованих олив, отримання значної матеріальної вигоди та раціональне використання природних ресурсів.

Вибір схеми відновлення залежить від багатьох факторів: експлуатаційних властивостей олив, що були відбраковані, об'ємів їх утворення, безпеки застосування самої схеми з точки зору впливу на довкілля [3]. Наприклад, найбільш поширеним на сьогодні є метод регенерації відпрацьованих олив з використанням концентрованої сірчаної кислоти. Небезпека цієї схеми полягає вже у самому застосуванні кислоти, проблемами технологічної безпеки її використання; також використання сірчаної кислоти призводить до значних змін таких показників як рН та лужне число, утворення високотоксичного побічного продукту — кислото гудрону, який важко утилізується.

Тому нами був підібраний екологічно безпечніший 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, етоксильований лаурилсульфат натрію (Emal 270 d), кокамідопропіламіноксид SAO (Євроксид CPO), стеарокс, синтанол АЛМ-10, сульфонол (паста марки «технічний»).

Експериментальна частина

У ході дослідження оливу нагрівали до 50–55°C, змішували її протягом 30 хв зі швидкістю 1500 об./хв з кожним ПАР по черзі при кількості кожної ПАР 1, 2, 3 мас.%, а далі відстоювали оливу з ПАР протягом 168 год, тобто 7 діб. Далі, після видалення осаду, проби центрифугували протягом 1 год у лабораторній центрифугі. Для інтенсифікації процесу випадіння осаду була досліджена можливість застосування такого кислого агенту, як алкілбензолсульфокислоти (АБСК). У подальших випробуваннях вона виступала у якості коагулянта, а ПАР — флокулянтів.

На основі цих експериментальних досліджень була встановлена кінетика освітлення олив (рис. 1) та залежність ступеню їх освітлення (зменшення забрудненості) після додавання різних типів ПАР та ПАР з АБСК (рис. 2, 3) у різних кількостях.

Результати та їх обговорення

З результатів, наведених на рис. 2,а і 3,а, можна зробити висновок про те, що помітний результат для оливи М-14В₂ дали неонол, Євроксид CPO, кокамідопропілбетаїн; і неонол та Emal 270 d для оливи М-14Г₂ЦС відповідно. Поеднання АБСК (у кількості 1 мас.%) з ПАР (у кількості 3 мас.%) дало результат тільки у випадку по-

єднання її з неололом; у всіх інших випадках потрібних змін не відбулось (рис. 2,б, 3,б).

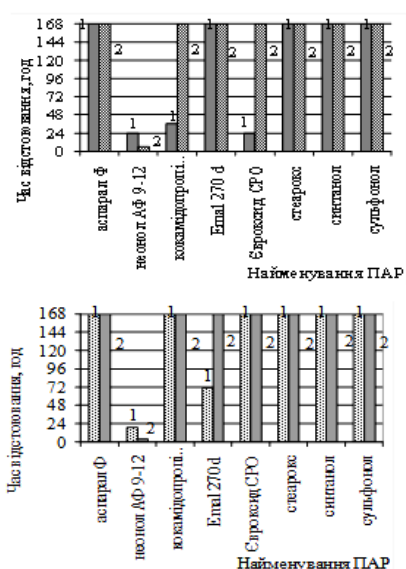


Рис. 1. Порівняння кінетики відстоювання оливи: а – олива М-14В₂; б – олива М-14Г₂ЦС після використання ПАР та ПАР з АБСК: 1 – після використання ПАР; 2 – після використання ПАР та АБСК

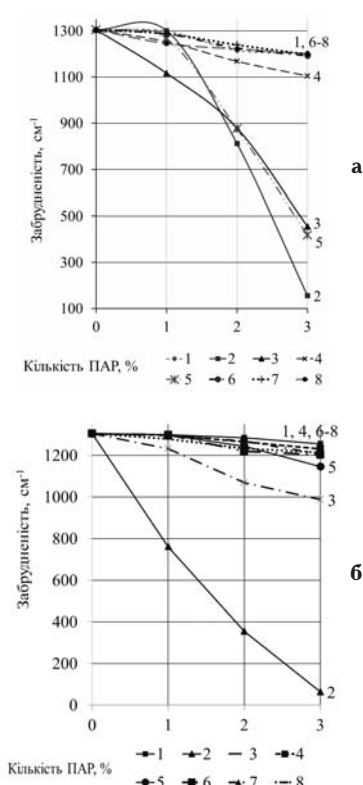


Рис. 2. Залежність ступеня освітлення оливи М-14В₂: 1 – Аспарал Ф; 2 – Неолол АФ 9-12; 3 – кокамідпропілбетайн; 4 – Emal 270 d; 5 – Єврокксид СРО; 6 – Стеарокс; 7 – Синтанол АЛМ-10; 8 – Сульфонол: а – після оброблення її ПАР; б – після оброблення її ПАР у поєднанні з АБСК

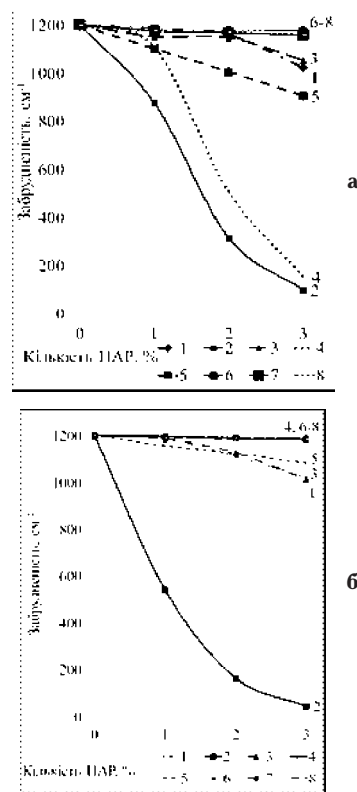


Рис. 3. Залежність ступеня освітлення оливи М-14Г₂ЦС: 1 – Аспарал Ф; 2 – Неолол АФ 9-12; 3 – кокамідпропілбетайн; 4 – Emal 270 d; 5 – Єврокксид СРО; 6 – Стеарокс; 7 – Синтанол АЛМ-10; 8 – Сульфонол: а – після оброблення її ПАР; б – після оброблення її ПАР у поєднанні з АБСК

Досліджувані показники досягли оптимальних незмінних значень після оброблення відпрацьованої моторної оливи реагентами та центрифугування; при цьому: для оливи М-14В₂ 2,7 мас. % – мінімальна доза неололу, при введенні якої процес седиментації відбувався швидко та ефективно; максимальний вихід очищеної оливи при цьому склав 90,01%; для оливи М-14Г₂ЦС мінімальна доза неололу склала 2,0 мас.%; максимальний вихід очищеної оливи у цьому випадку склав 94,12%.

Зроблені висновки дозволили запропонувати високоєфективний метод освітлення моторних оливи марок М-14В₂ та М-14Г₂ЦС із застосуванням ПАР неололу та алкілбензосульфокислоти. Запропонований в результаті спосіб захищений патентом України [4].

Додатково для вдосконалення та завершення схеми відновлення відпрацьованих оливи були застосовані присадки різних марок, але найбільш позитивні результати були отримані із застосуванням присадки американської фірми «Техні Люб Компані». Таблиці з отриманими результатами наведені нижче (табл. 1, 2).

Таким чином, нами пропонується застосовувати запропонований метод очищення для цих типів

Таблиця 1

Порівняння основних параметрів відпрацьованої та очищеної оливи М-14В₂ з бракувальними показниками і нормами ТУ та ГОСТу

| | | | | | | |
|--|---------|-------|--------------|-------------|-------|-------------------------------|
| 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 неолу та АБСК | 64,18 | 5,10 | 223,00 | 13,98 | 1,25 | сліди 0,02 см ³ |
| Значення параметра для оливи після очищення з використанням неолу та АБСК із додаванням присадки | 64,18 | 7,10 | 223,00 | 14,00 | 1,88 | сліди 0,02 см ³ |
| Норма ТУ У 23.2-31852954-006-2003, ГОСТ 12337-84 | – | – | 210,00 | 13,50–14,50 | 4,80 | сліди |

Таблиця 2

Порівняння основних параметрів відпрацьованої та очищеної оливи М-14Г₂ЦС з бракувальними показниками і нормами ТУ та ГОСТу

| | | | | | | |
|--|-----------------------------------|-------|--|--|-----------------------|-------------------------------|
| Фізико-хімічні властивості | Забрудненість, τ см ⁻¹ | pH | Температура спалаху у відкритому тиглі, °С | В'язкість при 100 ⁰ С, мм ² /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 неолу та АБСК | 45,12 | 5,30 | 137,00 | 7,25 | 0,22 | сліди 0,02 см ³ |
| Значення параметра для оливи після очищення з використанням неолу та АБСК із додаванням присадки | 45,12 | 6,90 | 137,00 | 7,30 | 0,55 | сліди 0,02 см ³ |
| Норма ТУ У 23.2-31852954-006-2003, ГОСТ 12337-84 | – | – | 215,00 | 13,50... 15,00 | 9,00 | сліди |

Таблиця 3

Порівняння екологічних показників свіжих, відбракованих та відновлених олив М-14В₂ та М-14Г₂ЦС

| Показник | Вміст в оливі М-14В ₂ | | | Вміст в оливі М-14Г ₂ ЦС | | |
|---|----------------------------------|---------------|-------------|-------------------------------------|---------------|-------------|
| | Свіжій | Відбракованій | Відновленій | Свіжій | Відбракованій | Відновленій |
| Бенз(α)пірен, мг/кг | – | 13 | – | – | 14 | – |
| Хлор-іон | Відсутні | Відсутні | Відсутні | Відсутні | Відсутні | Відсутні |
| Важкі метали (валова кількість, мг/кг): | | | | | | |
| Pb | 35 | 69 | 12 | 14 | 17 | 2 |
| Ni | – | 26 | 4 | – | 15 | 2 |
| Cu | 12 | 34 | 5 | 43 | 88 | 14 |
| Co | – | – | – | – | – | – |
| Cr | – | – | – | 5 | 12 | 2 |
| Zn | – | 24 | 3 | – | 22 | 2 |

олив; при цьому у випадку М-14В₂ її можна рекомендувати для повторного використання, а оливу М-14Г₂ЦС рекомендувати у якості альтернативної промивної рідини-оливи.

Крім того, нами була виконана перевірка свіжих, відпрацьованих та відновлених за запропонованими вище схемами олив М-14В₂ та М-14Г₂ЦС на вміст в них бенз(б)пірену, важких металів (свинцю, нікелю, міді, кобальту, хрому, цинку) та хлор-іонів (якісна). Отримані результа-

ти наведені в табл. 3.

З таблиці можна зробити наступні висновки:

- при роботі олив обох марок в них з'являється бенз(б)пірен, який повністю зникає з олив після оброблення їх за запропонованими схемами;
- відсутність в оливах хлорид-іонів на всіх стадіях підтверджує їх безпечність з цього боку та екологічність запропонованих схем відновлення;
- присутність у відпрацьованих оливах важких металів підвищує їх екологічну небезпеку; та-

кож збільшення кількості цих металів говорить про незадовільну роботу дизелів, адже за рекомендаціями Організації співдружності залізниць після перевищення в оливах певних концентрацій металів можна робити висновок про знаходження дизеля в аварійному стані та необхідність здійснення певних ремонтно-технічних заходів [5]. Значне зниження кількості цих токсичних елементів (до 90,91%) після обробки олив за запропонованими схемами підтверджує безпечність відновлених олив та екологічність самих схем.

Також запропонована загальна схема регенерації відпрацьованих моторних олив залізниць, за якою відпрацьовані оливи пропонується перекачувати з картера тепловоза до спеціальної ємкості-усереднювача і після відстоювання до змішувача першого ступеня. У змішувачі олива нагрівається до необхідної температури, далі зі спеціальних ємкостей додається у необхідній кількості реагенти: АБСК і згодом неол. Після перемішування маса потрапляє по трубопроводу до центрифуги і далі до змішувача другої ступені. Крім того, до цього ж змішувача насосом-дозатором підкачується присадка, відбувається процес перемішування. Згодом готову оливу перекачують до спеціального резервуара для зберігання або безпосередньо у вагон-цистерну для світлих нафтопродуктів. При необхідності, можна перевозити підготовлену оливу до інших користувачів за допомогою, наприклад, залізничних або автоцистерн. Також у схемі передбачені ємкість-шламонакопичувач для відводу побічних продуктів від змішувача I ступеня та центрифуги. У якості резервуара для зберігання готової продукції нами пропонується використовувати горизонтальні резервуари-цистерни, що найчастіше застосовують у якості витратних сховищ.

Ця схема є універсальною як для олив типу М-14В₂, так і для М-14Г₂ЦС, єдиною різницею є отримання різних продуктів на виході. У випадку оливи М-14В₂ продуктом є відновлена моторна олива, а у випадку оливи М-14Г₂ЦС — промивна рідина для картерів тепловозів, що можна використовувати на тому ж підприємстві або на інших лінійних підрозділах залізниці.

На основі цієї схеми була розроблена еколого-хіммотологічна модель поводження з відпрацьованими оливами на залізниці (рис. 4).

Висновки

Впровадження запропонованої схеми поводження з відпрацьованими оливами на залізниці мінімізує кількість таких відходів, поверне цінну сировину (оливу) у технологічний процес у вигляді відновленої моторної оливи та промивної рідини для оливних систем тепловозів. Після виконання техніко-економічного розрахунку складових технологічної схеми, зборів за розміщення відходів,

еколого-економічної ефективності запропонованих природоохоронних заходів величина умовного екологічного ефекту склала — 1731974,80 грн. За нашими розрахунками за умови щорічної економії у середньому 300 тис. грн на закупівлю нової оливи така схема дасть позитивний ефект вже через 6 років і 3 місяці після впровадження.



Рис. 4. Функціональна еколого-хіммотологічна модель поводження з моторними оливами на залізничному транспорті

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Утилізація нафтошламів та мастил, утворених у структурних підрозділах залізниць / М.С. Безовська, Ю.В. Зеленько, Л.О. Яришкіна, О.Б. Бабенко // Залізничний транспорт України. — 2008. — № 1. — С.36-38
2. Безовська М.С., Зеленько Ю.В., Яришкіна Л.О. Відпрацьовані оливи: утворення, зберігання, регенерація // Залізничний транспорт України. — 2009. — № 6. — С.33-35.
3. Смазочные материалы и проблемы экологии / А.Ю. Евдокимов, И.Г. Фукс, Т.Н. Шабалина, Л.Н. Багдасаров. — М.: ГУП Изд-во Нефть и газ РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2000. — 424 с.
4. П.В. 95154 Україна. МПК С 10 М 175/00. Спосіб регенерації відпрацьованої моторної оливи / Безовська М.С., Зеленько Ю.В., Яришкіна Л.О. — № а 2009 13563; Заявл. 25.12.2009; Опубл. 11.07.2011, Бюл. № 13. — 4 с.
5. Рекомендации по внедрению диагностической системы управления состоянием дизелей тепловозов и дизель-поездов по результатам анализа масла: Р 647/1. — Дата введения 2009.23.10. — Варшава: 2009. — 32 с.

Надійшла до редакції 24.11.2011