

Зеленько Ю. В., Тарасова Л.Д., Безовська М. С.

ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ ПОВОДЖЕННІ З ВІДПРАЦЬОВАНИМИ МОТОРНИМИ ОЛИВАМИ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ
імені академіка В. Лазаряна

УДК 504.6:[656.2:665.7]

**ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ ПОВОДЖЕННІ З
ВІДПРАЦЬОВАНИМИ МОТОРНИМИ ОЛИВАМИ ЗАЛІЗНИЧНОЇ
ІНФРАСТРУКТУРИ**

Дніпропетровськ – 2016

УДК 504.6:[656.2:665.7]

ББК 20.1:39.28

П-32

ISBN 978-617-7379-18-7

Видавництво «Літограф»

Рекомендовано до друку:

*Вченою радою Дніпропетровського
національного університету залізничного
транспорту імені академіка В. Лазаряна
(протокол № 8 від 30.03.2015 г.)*

Рецензенти:

Д.т.н. професор Сніжко Л.О. (УДХТУ)

Д.т.н. професор Мямлін С.В. (ДНУЗТ)

**Підвищення рівня екологічної безпеки при поводженні з відпрацьованими
моторними оливами залізничної інфраструктури**

Зеленько Ю. В., Тарасова Л.Д., Безовська М. С.: Підвищення рівня екологічної безпеки при поводженні з відпрацьованими моторними оливами залізничної інфраструктури: Монографія / Ю.В. Зеленько, Л.Д. Тарасова, М.С. Безовська – Дн-вськ: Вид-во «Літограф», 2016.- 150с.

УДК 504.6:[656.2:665.7]

ББК 20.1:39.28

П-32

Викладені екологічної технології утилізації відходів відпрацьованих моторних олив залізниць. Проаналізовано утворення відходів олив на залізниці з оцінкою їх небезпеки. Досліджено різні методи відновлення олив. Розроблена функціональна еколого-хіммотологічна схема поводження з відпрацьованими оливами на залізничному транспорті, виконано техніко-економічне обґрунтування запропонованих схем, а також розрахована еколого-економічна ефективність від впровадження запропонованої схеми.

Монографія рекомендована для студентів напрямів підготовки ««Екологія та охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» денної форми навчання та центру дистанційної освіти а також інших технічних напрямів підготовки, що вивчають дисципліни пов'язані з хімотологією, раціональним використанням природних ресурсів і охороною навколишнього середовища.

ISBN 978-617-7379-18-7

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1 СУЧАСНИЙ СТАН УТВОРЕННЯ НАФТОВМІЩУЮЧИХ ВІДХОДІВ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУК- ТУРИ І МЕТОДИ ЇХ РЕГЕНЕРАЦІЇ ТА УТИЛІЗАЦІЇ	6
1.1 Особливості утворення відходів на підприємствах транспортної інфраструктури	6
1.2 Вивчення токсикологічних властивостей нафтовмісних відходів відповідно до міжнародних вимог екологічної безпеки	7
1.3 Методи контролю вмісту та аналізу нафтопродуктів у об'єктах навколишнього середовища	11
1.4 Загальні принципи поводження з нафтовмісними відходами на залізничному транспорті	29
1.5 Основні методи регенерації відпрацьованих олив	32
1.5.1 Фізичні методи	33
1.5.2 Фізико-хімічні методи	36
1.5.3 Хімічні методи	39
1.5.4. Комбіновані методи	41
РОЗДІЛ 2 ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВІДПРА- ЦЬОВАНИХ МОТОРНИХ ОЛИВ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИХ ЗАХОДІВ ЩОДО ЇХ ВІДНОВЛЕННЯ	50
2.1 Характеристика олив, що використовуються на підприємствах залізничного транспорту	50
2.2 Вивчення екологічної обстановки на підприємствах залізничної інфраструктури з точки зору утворення оливовмісних відходів ...	52
2.3 Принципи технологічної класифікації олив, що використовуються на підприємствах залізничного транспорту	55
2.4 Методики оцінки якості моторних олив	65
2.4.1 Фізико-хімічні властивості олив	65
2.4.2 Методики, що були використані в роботі	67
2.5 Випробування та розроблення екологічно безпечних заходів щодо відновлення відпрацьованих моторних олив	74
2.5.1 Випробування методів відновлення для оливи М-14В ₂	74
2.5.2 Випробування методів відновлення для оливи М-14Г ₂ ЦС	87
2.6 Оптимізація запропонованої методики відновлення відпрацьова- них олив	92
2.6.1 Оптимізація методики відновлення оливи М-14В ₂	92
2.6.2 Оптимізація методики відновлення оливи М-14Г ₂ ЦС	96

2.7 Підвищення екологічності відновлених олив	100
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБЛЕННЯ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНОЇ ЗАГАЛЬНОЇ СХЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДПРАЦЬОВАНИХ МОТОРНИХ ОЛИВ ЗАЛІ- ЗНИЦЬ	102
3.1 Існуючі технології та схеми утилізації відпрацьованих моторних олив на залізничному транспорті	102
3.2 Розробка загальної схеми та розрахунок апаратури для регенерації відпрацьованих моторних олив	103
3.3 Підбір та розрахунок основного обладнання для обраної схеми	105
3.3.1 Розрахунок обладнання для невеликих потужностей	107
3.3.2 Розрахунок обладнання для значних потужностей	118
РОЗДІЛ 4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАПРОПО- НОВАНИХ ПРИРОДООХОРОННИХ ЗАХОДІВ	125
4.1 Техніко-економічний розрахунок обладнання	125
4.2 Розрахунок платежів (зборів) за розміщення відходів	127
4.3 Розрахунок еколого-економічної ефективності природоохоронних заходів	129
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	134
ДОДАТОК А. Результати фізико-хімічних і триботехнічних випробу- вань олив	142
ДОДАТОК Б. Орієнтовні граничні значення концентрації продуктів зносу і забруднювачів для різних типів дизелів	144
ДОДАТОК В. Технічні умови на поверхнево-активні речовини	146

ВСТУП

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 відпрацьовані оливи. Так, на Придніпровській залізниці за рік утворюється близько 300 т нафтовмісних відходів, серед яких відпрацьовані оливи складають 80-90 %. 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 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 рекуперації нафтовмісних відходів є науково-прикладним завданням, що вирішується у монографії та призведе до зменшення техногенного навантаження, пов'язаного з накопиченням, поводженням та мінімізацією відходів третього класу небезпеки.

У монографії поставлена і вирішена актуальна науково-прикладна задача, яка полягає у розробці екологічної технології утилізації відходів відпрацьованих моторних олив залізниць із застосуванням принципів ресурсозбереження. Зокрема, було проаналізовано утворення відходів олив на залізниці з оцінкою їх небезпеки з точки зору впливу на навколишнє середовище та людину, а також досліджені сучасні методи поводження з відпрацьованими оливами. Досліджено різні методи відновлення олив, в результаті запропонований новий метод

відновлення та регенерації моторних олив марок М-14В₂ та М-14Г₂ЦС. 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. На основі проведених досліджень розроблена функціональна еколого-хіммотологічна схема поводження з відпрацьованими оливами на залізничному транспорті, виконано техніко-економічне обґрунтування запропонованих схем, а також розрахована еколого-економічна ефективність від впровадження запропонованої схеми.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНИЙ СТАН УТВОРЕННЯ ВІДХОДІВ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ І МЕТОДИ ЇХ РЕГЕНЕРАЦІЇ ТА УТИЛІЗАЦІЇ

1.1 Особливості утворення відходів на підприємствах транспортної інфраструктури

За оцінками експертів світові об'єми виробництва змащувальних олив різних марок на сьогодні складає близько 38,5 млн. т на рік. Незначна їх частина (10-20 %) безповоротно втрачається у процесі використання на випаровування, розливи, угар, витік. Основна ж їх маса (80-90 %) [1] поступово забруднюється різноманітними металевими, мінеральними та органічними домішками, зазнає термічного розкладення через взаємодію з нагрітими частинами обладнання, окиснення під дією кисню повітря, на них діють такі фактори навколишнього середовища, як тиск, електричне поле та природне освітлення. Як результат, відпрацьована олива повністю змінює свої характеристики і стає дуже густою ілоподібною речовиною чорного або темно-коричневого кольору, густою сумішшю різного роду рідин з добавками твердих речовин - оксидів металів, продуктів зносу.

Свої особливості має робота та поступове забруднення моторних олив, що працюють на тепловозах і дизель-поїздах підприємств залізничного транспорту. Мастильні матеріали, що використовуються у вузлах тертя локомотивів, знижують втрати потужності на тертя, відводять тепло і захищають вузли тертя від корозії та у багатьох випадках є ущільнюючим середовищем. Двигуни внутрішнього згоряння, що встановлені на тепловозах і дизель-поїздах, працюють у широкому діапазоні частоти обертання колінчастого валу при змінних навантаженнях і різноманітних температурних режимах.

Особливо негативним явищем є потрапляння до оливи навіть у незначній кількості палива або води. При потраплянні дизельного палива в оливу в першу чергу знижується її в'язкість, адгезія і температура спалаху. Неповне згоряння палива викликає потрапляння у картер смолисто-сажистих часток, що забруднюють оливу та інтенсифікують лако- і нагароутворення. При потраплянні води руйнується оливна плівка в підшипниках колінчастого валу і антифрикційний шар підшипників, посилюється зношення і корозія деталей двигунів, з'являються згустки, які забивають оливопровід та ускладнюють потрапляння оливи до деталей [2]. Також вода утворює стійку емульсію з оливою, що не тільки погіршує якість оливи, а й ускладнює її подальшу регенерацію. Такі відпрацьовані оливи по закінченні строку роботи видаляють із системи змащування та замінюють свіжими. Їх кількість дорівнює приблизно 31 млн. т на рік. Через вищезазначені зверх нормативні втрати, розливи, витоки реальна кількість

зібраних відпрацьованих олив у світі складає 19 млн. т на рік, тобто половину від прогнозованої цифри.

Світове використання моторних олив складає більше 30 млн. т на рік, приблизно 80 % з цієї кількості складають базові оливи групи I, тобто традиційного селективного очищення (за класифікацією API). Також оливи саме цієї групи у найбільшій кількості виготовляють в країнах ЄС, необхідну якість одержують шляхом додавання до базових олив різноманітних присадок. За прогнозами експертів, у найближчі роки очікується зростання виробництва олив III групи з більшими значеннями індексу в'язкості, а також синтетичних олив, що мають такі переваги, як меншу залежність в'язкості від температури та низьку температуру застигання, низьку випаровуваність та менше використання і втрати оливи (як результат, економія оливи), кращу стійкість до окиснення та термічну стабільність і т.п. [3]. Україна на сьогодні використовує за різними оцінками більше 1млн.т свіжих олив на рік і збирає за офіційними даними близько 50 тис. т на рік (5 % від загальної кількості) [1].

Відповідно до прийнятих рішень, відпрацьовані нафтопродукти підлягають обов'язковому збору та утилізації, а в окремих випадках і знищенню. Найбільш ефективним способом утилізації є регенерація - вторинна переробка відпрацьованих олив з метою повного відновлення їхніх первинних властивостей, яке здійснюється, як правило, шляхом складної багатостадійної переробки на спеціалізованих підприємствах. Постійна поява нових способів і засобів рішення завдань утилізації, створення все досконаліших, безвідхідних методів регенерації відпрацьованих мастильних матеріалів, питання екології та охорони здоров'я людини викликають необхідність постійної уваги до даної проблеми, що перебуває на стику техніки, екології та економіки.

Для більшості держав регенерація з отриманням кондиційних мастильних матеріалів є найкращою можливістю організувати в країні на власній сировинній базі виробництво цієї важливої для багатьох сфер народного господарства продукції. Крім того, регенерація дозволяє ефективно позбутися від небезпечних відходів виробництва, уникнувши при цьому витрат на їхнє знищення, заощадити природні й трудові ресурси, капіталовкладення, матеріали й електроенергію, підвищити ступінь забезпеченості держави власними ресурсами за рахунок використання вторинних.

1.2 Вивчення токсикологічних властивостей нафтовмісних відходів відповідно до міжнародних вимог екологічної безпеки

Відпрацьовані нафтопродукти є токсичними відходами, які мають невисокий ступінь біорозкладання (10-30 %). Токсичність нафтопродуктів визначається сполученням вуглеводнів, які входять до їх складу. Зокрема арени є найсильнішими канцерогенами у складі нафтопродуктів, також значну токсичну дію

мають олефіни, сполуки сірки, азоту та кисню. Особливо негативну дію відпрацьовані нафтопродукти мають на центральну нервову та серцево-судинну системи людини, ендокринний апарат організму, знижують гематологічні показники, викликають ураження печінки та щитовидної залози [4-9].

Велику шкоду відпрацьовані нафтопродукти спричиняють і навколишньому природному середовищу і особливо водним ресурсам. Так, за оцінками експертів один літр відпрацьованої оливи може забруднити близько семи мільйонів літрів ґрунтових вод.

Головним чином, токсичність відпрацьованих олив зростає через поступове збільшення вмісту бенз(α)пірену, і це у значній мірі визначає третій клас токсичності цих відходів. Вміст у відпрацьованих оливах бенз(α)пірену в більшості країн служить показником їхньої небезпеки, оскільки сумарна токсична дія бенз(α)пірену приблизно в 10000 разів вище, ніж в оксидів азоту, що також утворюються у працюючих оливах. Вміст бенз(α)пірену може збільшуватися до 15 мг/кг (загальний вміст поліциклічних аренів до 482 мг/кг), а частка від загальної канцерогенності відпрацьованої оливи становить 18 %.

Саме тому відпрацьовані нафтопродукти були віднесені світовим співтовариством до категорії небезпечних відходів.

Відпрацьовані оливи містять у своєму складі за різними оцінками близько 38 хімічних сполук, що мають мутагенну та канцерогенну дію. Серед цих сполук, крім бенз(α)пірену, треба виділити фурани, діоксини, поліхлордіфеніли та інші. Останні дві сполуки включені Стокгольмською конвенцією у список дванадцяти найтоксичніших стійких органічних забруднювачів планети [7, 9].

Тому на своїй третій нараді конференція сторін Стокгольмської конвенції, яка пройшла з 30 квітня по 4 травня 2007 року в Дакарі (Сенегал), своїм рішенням прийняла оновлений проект керівних принципів по найкращим наявним методам (ННМ) і попереднім вказівкам по найкращим видах природоохоронної діяльності (НВПД).

Хімічні речовини, що були зазначені в Стокгольмській конвенції, включають: поліхлорований дібензо-п-діоксини (ПХДД), поліхлоровані дібензофурані (ПХДФ), поліхлоровані біфеніли (ПХБ) і гексахлорбензол (ГХБ). Ці речовини, крім того, що вони є речовинами з документованою токсичністю, є достатньо стійкими, здатні до біоаккумуляції і перенесення на великі відстані. У керівних принципах і вказівках вказані процеси, які ведуть до ненавмисного утворення і викиду цих речовин, а також їх вплив на людину і навколишнє середовище. Крім того, перераховані ефективні заходи для запобігання викидам цих речовин. Так, серед інших до них віднесені:

- використання маловідхідної технології;
- використання менш небезпечних хімічних речовин;

- сприяння розповсюдженню практики рекуперації і рециркуляції відходів і речовин, які утворюються і використовуються в межах того або іншого процесу;
- заміна матеріалів в тих випадках, коли вони є стійкими органічними забруднювачами або коли є безпосередній зв'язок між матеріалами і викидами стійких органічних забруднювачів з джерела;
- раціональне господарювання і програми в області профілактичного ремонту;
- удосконалення методів регулювання відходів в цілях припинення відкритого або іншого неконтрольованого спалювання відходів, включаючи спалювання звалищ сміття. При розгляді пропозицій про будівництво нових установок по видаленню відходів увагу слід приділяти таким альтернативам, як заходи щодо максимального скорочення утворення різних типів відходів, включаючи відновлення ресурсів, повторне використання, рециркуляцію, розділення відходів і сприяння використанню продуктів, які приводять до утворення меншого об'єму відходів. На основі цього підходу повинні ретельно розглядуватися питання охорони здоров'я людини;
- максимальне скорочення цих речовин, присутніх в продуктах у вигляді забруднювачів;
- необхідність уникати використання елементарного хлору або хімічних речовин, що включають елементарний хлор.

Окрім Стокгольмської конвенції існує також ще одне глобальна угода, а саме Базельська конвенція щодо контролю за транскордонним перевезенням небезпечних відходів і їх видаленням, яка була прийнята в 1989 році і набрала чинності 1992 року. Базельська конвенція накладає на країни-учасниці зобов'язання, поміж інших, по мінімізації виробництва небезпечних відходів; забезпеченню адекватних установок по утилізації; а також забезпеченню екологічно безпечного управління відходами.

Конференція сторін Базельської конвенції на своєму восьмому засіданні в грудні 2006 року прийняла оновлений варіант загальних технічних вказівок по екологічно обґрунтованому управлінню відходами, що складаються із стійких органічних забруднювачів, а також оновлений варіант вказівок по екологічно обґрунтованому поводженню з відходами, що складаються з поліхлорованих біфенілів, поліхлорованих терфенілів або полібромованих біфенілів, відходами, що містять ці речовини, або відходами, забрудненими цими речовинами [10].

Підприємства по переробці відпрацьованих олив наводяться в Стокгольмській конвенції як потенційне джерело утворення і викидів хімічних речовин. Виявилося, що відпрацьовані оливи можуть бути забруднені поліхлорованим

дібензо-п-діоксинами (ПХДД), поліхлорованими дібензофуранами (ПХДФ) і поліхлорованими біфенілами (ПХБ).

Зазначено, що в даний час немає свідомості того, що на підприємствах по переробці відпрацьованих олив відбувається новоутворення ПХДД/ПХДФ або ПХБ. Наявні дані свідчать, що викиди ПХДД/ПХДФ і ПХБ підприємствами по переробці відпрацьованих олив або підприємствами по їх транспортуванню і утилізації відбуваються в результаті промислового, спеціального виробництва ПХБ або хлорбензолів, які потрапляють у відпрацьовані оливи як забруднювачі або в процесі синтезу (цих хімічних речовин), або в процесі використання або попередньої рециркуляції. У цьому сенсі підприємства по переробці відпрацьованих олив є не джерелом формування хімічних речовин, а швидше джерело їх розповсюдження.

Згідно наявної інформації, варіанти утилізації відпрацьованих олив включають: повторне використання або регенерацію, термічний крекінг, і спалювання або використання як паливо. Слід зазначити, що в багатьох країнах також практикується скидання на звалище і відкрите спалювання.

Так як на підприємствах по переробці відпрацьованих олив саме відпрацьовані оливи є основними джерелами забруднення ПХДД/ПХДФ і ПХБ, єдиною основною мірою по скороченню емісій ПХДД/ПХДФ і ПХБ на таких підприємствах є переробка відпрацьованих олив з низькими концентраціями ПХДД/ПХДФ і ПХБ. Регенована олива має містити не більше 50 мільйонних часток (мг/л) полі хлорованих біфенілів та трифенілів.

Європейська асоціація промисловості повторного очищення (Groupement Europeen de l'Industrie de la Regeneration; GEIR) рекомендує, щоб при регенерації перевага віддавалася тим видам відпрацьованих олив, що не містять хлор [10].

У країнах Європейського Союзу на сьогодні діє директива Ради 75/439/ЕЕС, спрямована на утворення уніфікованої системи збирання, переробки, зберігання та видалення відпрацьованих олив. Директива дозволяє країнам-членам ЄС компенсувати компаніям витрати на збирання та видалення відпрацьованих олив. Найбільш пріоритетним вважається регенерація відпрацьованих олив, а не їх спалення; менш пріоритетним - їх знищення, контрольоване зберігання або збереження. Країни-члени ЄС мають забезпечувати безпечне збирання та видалення відпрацьованих олив. Заборонено скидати такі відходи у водні об'єкти або дренажні системи.

Будь-яке підприємство, що займається видаленням відпрацьованих олив, повинне отримати дозвіл від компетентного органу. А підприємства, що займаються збиранням відпрацьованих олив, мають проходити реєстрацію та контролюватися.

1.3 Методи контролю вмісту та аналізу нафтопродуктів у об'єктах навколишнього середовища

Санітарно-гігієнічні нормативи є складовою частиною природоохоронного нормування та направлені на охорону здоров'я людини. Допустима ступінь і характер порушення нормальної діяльності організму людини в результаті впливу парів нафти і нафтопродуктів характеризують санітарно-гігієнічні нормативи. Вони визначають склад парів, їх концентрацію і тривалість впливу.

Для попередження забруднення навколишнього середовища та для безпеки людини встановлені єдині гранично припустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин. У таблиці 1.1 наведені припустимі та небезпечні концентрації деяких нафтопродуктів та їх компонентів в атмосфері [5].

Таблиця 1.1 - Гранично допустимі та небезпечні концентрації вуглеводневих речовин у повітрі

Продукт, речовина	ГДК в повітрі населених місць, мг/м ³		ГДК у повітрі виробничих приміщень, мг/м ³	Концентрації для короткочасного перебування		Концентрації небезпечні для життя	
	мах, разова	сер. добова		С, мг/м ³	Експоз., хв	С, мг/м ³	Експоз., хв
Палива нафтові з перевагою алканів і цикланів	5,0	1,5	300	1000-2000	40	35000-40000	10
Теж саме з перевагою алкенів і аренів або з підвищеним вмістом сірки	-	-	100	500-1000	40	20000-30000	10
Бензол	1,5	0,8	20	500	30	4000	10
Толуол	0,6	0,6	50	1000	30	10000	10
Метанол	1,0	0,5	50	1000	40	6000	15
Етанол	5,0	5,0	1000	5000	60	20000	20
Ксилол	0,2	0,2	50				
Фенол	0,01	0,003					

Безпосереднього шкідливого впливу летких фракцій нафтопродуктів, що містяться в повітрі, на здоров'я людини не виявлено. Тому, для нафтопродуктів не встановлені максимально-разові і середньодобові гранично допустимі концентрації. Леткі фракції нафтопродуктів, що містяться в атмосфері, небезпечні, насамперед, як проміжні продукти процесів утворення окислювачів. Забруднення, що потрапляють в атмосферу проходять ряд хімічних перетворень, що приводить до утворення продуктів, які викликають фотохімічний смог.

Нафтопродукти, які потрапляють у воду, утворюють спочатку шар на поверхні, при цьому легкі вуглеводні починають випаровуватися. У водний роз-

чин переходять жирні, карбонові та нафтові кислоти, а також феноли і крезולי. Через декілька діб після надходження, в результаті хімічного та біохімічного розкладання, утворюються інші розчинні сполуки - окислені вуглеводні, токсичність яких значно вище. Донними відкладеннями сорбується частина нафтопродуктів, які потрапили у воду, причому найбільшою сорбційною здатністю володіють глинисті мули.

Нафтопродукти можуть знаходитись у воді в емульсованому стані. Стійкість цих емульсій залежить від зниження нормальних значень поверхневого натягнення на границях розділу фаз «нафтопродукт - повітря» та «нафтопродукт - вода».

Наведемо параметри нормальних значень поверхневого натягнення для деяких вуглеводнів у дин/см: Газолін – 32,4; Солтрол – 68,4; Бензин – 63,9; Оксилін – 66,6; О-цимін – 64,5; Толуол – 64,6; Трихлоретілен – 64,0; Керосин – 51,25 [9].

Гранично допустима концентрація мазуту в природній воді по БПК – 0,33 мг/л, по ХПК – 3,66, відношення БПК/ХПК > 9%. Максимальна концентрація, яка при постійному впливі протягом як завгодно довгого часу не викликає порушення біохімічних процесів у водоймі $MK_6=6\text{мг/л}$. ГДК нафтопродуктів і вуглеводнів бензольної групи у водоймах наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - ГДК вуглеводневих речовин у водоймах

Найменування інгредієнту	Для водойм госп-питного й культурно-побутового водокористування	Для водойм рибгосп призначення
Бензол	0,5	0,5
Толуол	0,5	0,5
Фенол	0,001	0,001
Нафтопродукти	0,05	відсутність

Забруднення ґрунту органічними речовинами, зокрема нафтопродуктами, оцінюють за комплексним показнику «санітарне число», що являє собою співвідношення кількостей ґрунтового білкового та органічного азоту (табл. 1.3).

Ґрунти вважаються забрудненими нафтопродуктами, якщо концентрація нафтопродуктів досягає рівня, при якому: починається пригнічення або деградація рослинного покриву; падає продуктивність сільськогосподарських земель; порушується екологічна рівновага в ґрунтовому біоценозі; відбувається витіснення одним або двома видами рослинності інших видів, інгібується діяльність мікроорганізмів; відбувається вимивання нафтопродуктів з ґрунтів в підземні або поверхневі води. Безпечним рівнем забруднення ґрунтів нафтоп-

родуктами рекомендується вважати рівень, при якому не настає жодного з негативних наслідків, перелічених вище, внаслідок забруднення нафтопродуктами.

Поява в харчових ланцюгах канцерогенних поліароматичних сполук, які містяться в нафтопродуктах, приводить до їх акумуляції і виникненню різних фізіологічних і генетичних відхилень у тварин і людини.

Таблиця 1.3 - Визначення забруднення ґрунту нафтопродуктами

Ступінь забруднення ґрунту	Санітарне число
Чистий	0,98 – 1,0
Слабко забруднений	0,85 – 0,98
Забруднений	0,70 – 0,85
Сильно забруднений	< 0,70

У районах аварійного розливу нафтопродуктів у результаті акумуляції токсичних речовин спостерігається геохімічна перебудова ґрунтів, що приводить до загибелі тварин, рослинного покриву, мікробіоценозів.

Для оцінки і контролю забруднення навколишнього середовища виділяють групи нафтопродуктів, які відрізняються за: 1) ступенем токсичності у відношенні до біоценозів, швидкості розкладу у навколишньому середовищі; 2) характером змін, що відбуваються під їх впливом, в атмосфері, ґрунтах, воді і біоценозах. Віднесення нафтопродуктів до тієї або іншої групи здійснюється, виходячи з вмісту бензинових і лігроїнових фракцій, важкого залишку, що не розчиняється в гексані, ароматичних вуглеводнів (зокрема поліциклічних), твердих парафінів і сірки. За їх вмістом автор пропонує розділяти нафтопродукти на групи, що приведені в табл. 1.4.

Таблиця 1.4 - Класифікація нафтопродуктів за вмістом важкого залишку і легких фракцій за геологічними горизонтами

Вміст важкого залишку, вага. %	Вміст легких фракцій, вага. %		
	0	0-30	>30
0	-	A ₁	A ₂
0-15	B ₁	B ₂	B ₃
> 15	C ₁	C ₂	C ₃

Також в літературі [4, 8] наведено класифікацію розподілу нафтопродуктів за вмістом сірки та парафіну, які зафіксовані у ґрунтових горизонтах (табл. 1.5).

Таблиця 1.5 - Класифікація нафтопродуктів за вмістом сірки і твердого парафіну

Вміст сірки, вага. %	Вміст важкого парафіну, вага. %	
	до 0,5	>0,5
До 0,5	D ₁	E ₁
>0,5	D ₂	E ₂

Найбільш токсичні для живих організмів нафтопродукти знаходяться в групах A_2 і C . В групі A_2 токсичний ефект настає швидко, але діє він впродовж короткого терміну тому, що ця група нафтопродуктів в ґрунтах найменш стійка: частина вуглеводнів випаровується, частина розкладається мікроорганізмами. У групі C_1 токсичний ефект реалізується поступово, організми гинуть унаслідок зміни водно-фізичних властивостей ґрунтів. Нафтопродукти цієї групи в ґрунтах достатньо стійкі. Вони розкладаються впродовж багатьох років і перешкоджають оновленню біоценозу. Токсична дія нафтопродуктів зростає також із збільшенням вмісту в них ароматичних вуглеводнів.

Аналітичні методи оцінки і дослідження систем і процесів взаємодії нафтопродуктів з різними компонентами

Дослідження проникної здатності нафтопродуктів у лабораторних умовах проводиться на зразках ґрунтів порушеної структури при їх різних вологості і температурах. Для всієї серії дослідів відбирають зразки з однієї партії нафтопродуктів. З визначення швидкості (коефіцієнтів) проникнення рідин через ґрунти витікає, що він дорівнює швидкості фільтрації при градієнті натиску рідини, рівному одиниці і змінюється за лінійним законом фільтрації. Дослідження щодо вивчення проникаючої здатності нафтопродуктів через ґрунти виконуються, як в лабораторних умовах, так і в польових.

При проведенні лабораторних досліджень використовують прилад для лабораторного визначення коефіцієнта фільтрації води в ґрунтах за ГОСТ 25584–90, адаптований для нафтопродуктів. Температуру фіксують ртутним термометром з точністю до $0,5^\circ\text{C}$.

Гігроскопічну вологість ґрунтів визначають гравіметричним методом - проби різних типів ґрунтів відбирають на різній глибині з попередньою зачисткою поверхні, після чого поміщалися в герметичні бюкси для транспортування, а потім висушувалися при температурі $105\text{--}110^\circ\text{C}$ до постійної маси, яка встановлюється періодичним зважуванням проби через кожних 2 години. З метою збереження природної вологості зразків для лабораторного визначення швидкості проникнення – зразки (куби ґрунту розмірами $200 \times 200 \times 200\text{мм}$) консервувалися шляхом парафінізації відповідно до ГОСТ 12071-84. Ступінь ущільнення ґрунтів визначали за ГОСТ 5180-84.

Швидкість міграції, приведена до умов фільтрації за температури $10\pm^\circ\text{C}$ обчислюють за формулою, в м/доб.:

$$V_s = \left[\varphi \left(\frac{S}{H_0} \right) \frac{1}{t} \right] \times \frac{A_n}{A_k} \times \frac{h}{T} \times 864 \quad (1.1)$$

де S – спостережуване падіння рівня рідини в п'єзометрі, відлічене від первинного рівня, см;

H_0 – початковий натиск, см;

$\varphi \left(\frac{S}{H_0} \right)$ – безрозмірний коефіцієнт, визначуваний за додатками ГОСТ;

t – час падіння рівня рідини, с;

A_n – площа перетину п'єзометра, см²;

A_k – площа кільця, см²;

$T=(0,7+0,03T\phi)$ – поправка для приведення значення проникності при температурі $10\pm^\circ\text{C}$,

де $T\phi$ – фактична температура рідини при $\pm^\circ\text{C}$;

864 – перевідний коефіцієнт (із см/с в м/добу).

Результати розрахунків, отримані методом квартування, підсумовують і обчислюють середнє значення проникаючої здатності.

Польові випробування дослідження проводять на відкритому ґрунті з не порушеною структурою при природній вологості.

Рівень рідкої фази підтримувався на одній і тій же висоті, таким чином, забезпечувався постійний тиск рідини на поверхню ґрунту. Практично прагнуть до постійності розмірів і форми «дзеркала» нафтопродуктів на поверхні ґрунту. Через різні проміжки часу проводять зрізання ґрунту і визначають глибину проникнення (міграції) використовуваного нафтопродукту. Дослідження проникності піщаних ґрунтів виконують відповідно до ГОСТ 23278-78. Тривалість дослідів обмежують часом 10-12 годин виходячи з того, що відповідно до статистики аварій, цього часу зазвичай буває достатньо для прибуття аварійних бригад і проведення процедури відкачування розлитих нафтопродуктів.

Загалом, для вивчення властивостей взаємодіючих компонентів (нафтопродукти, ґрунти, сорбційні матеріали і т.д.) застосовують наступні наукові методи: фізико-хімічні, аналітичні та комбіновані (табл. 1.6).

Таблиця 1.6 - Методи, використані для автоматизації аналізу.

Методи	Вимірювані показники
Електрохімічні методи	
Потенціометрія (іонометрія)	pH, Cl ⁻ , F ⁻ , Na ⁺ , NO ³⁻ , S ²⁻ і ін.
Кондуктометрія (кондуктометричне титрування)	Питома електропровідність ґрунтової води; загальна мінералізація, окремі іони (SO ₄ ²⁻) Cd, Pb, Cu, і інш.;
Полярографія (хронопотенциометрія)	O ₂ (розчинений кисень, БПК); органіка
Спектрометрія	

Фотоколориметрія	Головні іони (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-}): біогенні речовини (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , Si) важкі метали (Cu^{2+} , Cr^{6+} , Fe^{3+} , Zn^{2+}), ХПК
ІЧ-СПЕКТРОФОТОМЕТРІЯ	Органічні речовини (нафтопродукти, ПАР)
Люмінесценція (флюоресценція)	Органічні речовини (гумусові речовини, нафтопродукти)
Атомна абсорбція	Важкі метали (Ni, Co, Cd)
Хроматографія	
Газорідинна хроматографія	Органічні речовини (органічні кислоти, аміни)
Комбіновані	
Хроматомасс-спектрометрия	Біогенні та синтетичні ПАР
Газова (колоночная тонкошарова) хроматографія + УФ- (ГИК, люмінесцентна) спектрометрія	Нафтопродукти
Фотохімічне (хімічне) спалювання + ІЧ-СПЕКТРОМЕТРІЯ (кулонометрія)	Загальний органічний вуглець
Фотохімічне (хімічне) спалювання + фотоколориметрія	Загальний органічний фосфор; загальний органічний азот

Аналітичні методи визначення концентрацій нафтопродуктів у компонентах біосфери

З ціллю забезпечення об'єктивності отриманих результатів проводять паралельні дослідження за різних методик, що широко використовуються сьогодні в аналітичній хімії. Аналіз проводять паралельно за стандартними методиками МВВ 081/12-0724-10, МВВ 081/12-57-00 за допомогою оптичного екстракційного приладу «Мікран» та методикою МВВ 081/12-0721-10 та інш.

Аналізатор «Мікран». Принцип дії приладу - інфрачервона спектрометрія. Як розчинник для екстракції нафтопродуктів використовується чотирьоххлористий вуглець та гексан.

При автоматичному визначенні концентрацій нафтопродуктів на аналізаторі виконувались наступні операції: дозування гексану, вилучення проби з колби, екстракція, розділення суміші, хроматографічне відділення неполярних і амфіфільних компонент екстракту (поверхнево-активних речовин, жирів, білків і ін.), вимірювання екстинкції екстракту, розрахунок концентрації нафтопродуктів і індикація результату вимірювання проводилися із застосуванням ЕОМ.

Необхідна точність вимірювання забезпечується:

- систематичною перевіркою і калібруванням приладу за допомогою контрольного фільтру, тобто без стандартного розчину;
- встановленням перед кожним вимірюванням початкового рівня, відповідного даним про вміст нафтопродуктів в початковому реагенті.

Пробовідбір, пробопідготовку фонові води і екстракту нафтопродуктів з ґрунту виконують відповідно із ГОСТом 17.1.4.01-80, ГОСТом 17.1.5.05-85,

ГОСТом 2761-84, ГОСТом 18963-73, ГОСТом 24481-80, КНД 211.1.0.009-94, ISO 5667-2: 1983. Об'єм проби не менше 0,5 дм³, умови транспортування і зберігання виконують відповідно до вказаних нормативних документів.

Визначають індикацію на нафтопродукти (X_v):

$$X_v = (x_{B1} + x_{B2} + \dots + x_{Bi}) / i, \quad (1.2)$$

Проводять 4-х кратне вимірювання на приладі. Визначають індикацію нафтопродукту в пробі:

За рівнянням регресії (1.4) розраховують вміст нафтопродукту в пробі C_n , міліграм/кг. — Y .

У випадках пресування ґрунту (у випадках перезволоження) загальний вміст нафтопродукту знаходять:

$$C_o = C_n + \frac{P_n}{P_{об}} + \frac{P_v}{P_{об}} \cdot C_v, \quad (1.3)$$

де P_n - вага віджатого нафтопродукту, міліграм;

$P_{об}$ - вага зразка, кг;

P_v - вага віджатої води, міліграм;

C_v - концентрація нафтопродукту у віджатій воді, мг/дм³;

C_n - концентрація нафтопродукту в пробі, міліграмі/дм.

Для з'ясування впливу вологості ґрунту на погрішності вимірювань вмісту нафтопродуктів, проводять експерименти без висушування зразків ґрунту з вологістю 10, 15, 20 % при вмісті нафтопродуктів (гасу) від 50 до 5000 міліграма/кг.

По всіх вимірах проводиться статистична обробка і розраховується лінійна регресія, що виражається рівнянням:

$$Y = 4130,17 - X - 224,91, \quad (1.4)$$

Коефіцієнт кореляції складає 0,91, що говорить про високу кореляцію вимірів. Дане рівняння використовують при проведенні тестових аналізів. Відібрані 3 проби зразка піску і 2 проби зразка суглинку з фіксованим вмістом гасу. Кожне вимірювання проводять на приладі «Мікран» 4 рази. Значення похибок вимірювань знаходяться в межах 6,18-14,5 %, при максимально допустимому не більше 20 %, за ГОСТ 17.1.4.01-80 «Охорона природи. Гідросфера. Загальні вимоги до методів визначення нафтопродуктів в природних і стічних водах.

Гравіметричний метод. В літературі відсутні достатньо прості методики визначення нафтопродуктів в ґрунті. Тому, для постійного моніторингу і сані-

тарно-гігієнічних досліджень була розроблена і перевірена в практичних умовах методика визначення нафтопродуктів в ґрунті. Вона полягає у наступному.

Для екстракції використовується хлороформ. Застосування його пояснюється тим, що в нім розчинні і інші речовини (смоли, асфальтени), які, адсорбуючись на поверхні частинок ґрунту, заважають витяганню нафтопродуктів. В той же час при аналізі ґрунту основна доля нафтопродуктів - це неполярні і малополярні сполуки, що добре розчиняються в гексані. Вони є основною власною складовою частиною нафти. Екстрагуючи нафтопродукти з отриманого хлороформного екстракту гексаном, збільшується ступінь витягання їх з ґрунту.

Зважене навішування поміщали в колбу на 250 мл, змочували хлороформом до вологого стану, після чого екстрагували кілька разів по 10-15 мл хлороформу до отримання в останній порції безбарвного екстракту. Потім отриманий екстракт випаровували.

Для очищення екстракту використовують колонку, заповнену активованим окислом алюмінію. Осад, що залишився після відгону хлороформу, обробляють 5-10 мл чистого гексану, отриманий розчин невеликими порціями переносять в колонку. Потім 3-4 рази обмивають невеликими (1-2 мл) порціями гексану. Промивають колонку 2-3 порціями (по 2-3 мл) чистого гексану. Під колонку з окислом алюмінію ставили зважений на 50 мл. Отримавши гексановий розчин нафтопродуктів, звільнений від полярних сполук, випаровують гексан в потоці повітря при кімнатній температурі. Після повного видалення гексану стаканчик зважують, потім випаровують залишки гексану в межах 30 хвилин і знову зважують до збігу ваги. Вміст нафтопродуктів (мг/кг) обчислюють за формулою:

$$X = \left(\frac{a}{D} \right) \times 10^3, \quad (1.5)$$

де a – кількість нафтопродуктів (мг.);

D – вага проби ґрунту, узятото для аналізу (г).

Методи визначення нафтопродуктів у воді

Основними методами кількісного аналізу, які застосовують в даний час для визначення нафтопродуктів у воді, є гравіметричний, ІЧ-спектроскопічний, газохроматографічний та флуориметричний.

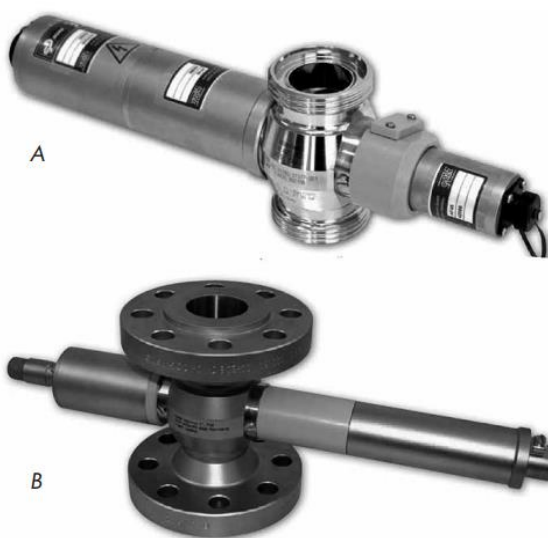
Гравіметричний аналіз це найбільш старий і логічний метод, заснований на визначенні маси речовини.

В ході гравіметричного аналізу речовина, що визначається, або відганяється у вигляді летючої сполуки (метод відгону), або осідає з розчину у вигляді малорозчинної сполуки (метод осадження).

Гравіметричний метод, який використовується при аналізі забруднених вод, заснований на екстракції нафтопродуктів з проби, очищенні екстракту від

полярних речовин, видаленні екстрагента шляхом випарювання і зважуванні залишку. Як правило, він використовується при аналізі сильно забруднених проб і не може використовуватися при аналізі проб, що містять нафтопродукти на рівні ГДК, тому нижня межа діапазону вимірювань становить $0,3 \text{ мг/дм}^3$ при обсязі аналізованої проби $3\text{-}5 \text{ дм}^3$. Перевагою методу є те, що не потрібне попереднє градування засобів вимірювань, метод прийнятий в якості арбітражного.

ІЧ-спектроскопічні методи - фізична основа методів полягає в дослідженні процесів взаємодії електромагнітного випромінювання з речовиною. Серед цих процесів можна виділити збудження молекул і атомів (іонів) світлом у видимій ультрафіолетовій області, коли відбувається перехід електронів з зовнішніх заповнених оболонок молекул і атомів на найближчі незаповнені атомні або молекулярні орбіталі. Якщо внаслідок такого переходу спостерігається поглинання енергії випромінювання, що падає, то це називається електронною (ІЧ-вид (UV-Vis)) спектроскопією поглинання. Якщо процес супроводжується випусканням світла від зразка на інших довжинах хвиль, то це називається флуоресценцією. Якщо в спектрі випускання, що опромінюється монохроматичним світлом, спостерігаються лінії, які відповідають комбінації частот вихідного випромінювання з частотами, які відповідають коливальним переходам, то це спектроскопія комбінаційного розсіювання або Раманівська спектроскопія. Методи ІЧ-виду спектроскопії поглинання ефективно використовуються при дослідженні органічних сполук, для аналізу та контролю якості нафтопродуктів. Результатом успішного використання цієї технології в галузі аналізу нафтопродуктів стало використання її при перевірці якості оборотної води.



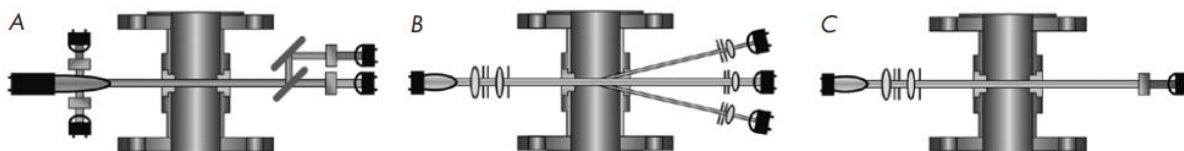
А - MOD-A45-VB - ультрафіолетовий одноканальний датчик;
В - MOD-T16-EX-HT-N - двоканальний датчик розсіяного світла для вимірювання каламутності

Рисунок 1.1 – Датчики для аналізатора MOD-C-4000

Аналізатор MOD-C-4000 з ультрафіолетовими датчиками MOD-A45 і MOD-A46 (рис.1.1) широко застосовується для такого роду аналізу в нафтопереробних, біотехнологічних і хімічних галузях. Вони встановлюються в технологічних трубопроводах і забезпечують точне вимірювання концентрації з високим ступенем точності.

Спеціальна ртутна лампа генерує постійний пучок світла, який проходить через технологічне середовище. Ослаблення інтенсивності світла, викликане поглинанням або розсіюванням розчинених і нерозчинених речовинами, фіксується герметичними кремнієвими фотодіодами. Інтенсивність світла самої лампи вимірюється герметично закритими кремнієвими фотодіодами з використанням того ж фільтра, який використовується для вимірювання довжини хвилі. Кремнієві фотодіоди також компенсують будь-яке відхилення інтенсивності світла лампи. Це забезпечує найвищий рівень точності і тривалий термін роботи.

Для аналізу розчинених вуглеводнів в чистій оборотній воді (при відсутності зважених часток) використовуються ІЧ датчики моделей MOD-A45 і MOD-A46. Різниця між датчиками полягає в тому, що MOD-A46 дозволяє виробляти фонову компенсацію додатковим вимірювальним каналом (рис. 1.2 А).



А - MOD-A46 двоканальний ІЧ датчик;

В - MOD-T16-N двоканальний датчик розсіяного світла під кутом 11° для вимірювання каламутності з використанням додаткового БІК сенсора;

С - MOD-A16-N-одноканальное датчик вимірювання мутності з використанням БІК сенсора

Рисунок 1.2 – Датчики для аналізу розчинених вуглеводнів в чистій оборотній воді

У процесах, де технологічний потік може містити нерозчинені оливи (вуглеводні) або тверді частинки, для виявлення повного вмісту частинок використовується датчик розсіяного світла MOD-T16-N або MOD-A16-N (рис. 1.1 В та рис. 1.2 В і 1.2 С). Колір або зміни кольору в потоці не впливають на вимірювання, тому вимір здійснюється в ближній ІЧ-області.

Світло, яке розсіюється частками (зважені тверді частинки, емульсії або бульбашки повітря), вимірюється вісьмома герметично закритими кремнієвими фотодіодами під кутом 11° . Одночасно не розсіяне світло фіксується еталонним фотодіодом аналогічним датчику MOD-A16-N.

Датчик MOD-T16-N використовується для вимірювання низької і середньої концентрації вуглеводнів при низькій каламутності (до 750 ppm), а датчик MOD-A16-N використовується для середньої і високої концентрації вуглеводнів при високій мутності (750 ppm і вище) [11].

Спектрофлуориметричний аналіз

Фотолюмінесценцією прийнято називати світіння речовини, що виникло при переході його молекул зі збудженого електронного стану в основне, якщо збудження здійснюється шляхом поглинання квантів електромагнітного випромінювання оптичного діапазону. Залежно від природи енергетичних рівнів, що беруть участь в формуванні випромінювання, фотолюмінесценція ділиться на флуоресценцію і фосфоресценцію. Флуоресценція виникає в результаті оптичного переходу між двома рівнями однакової мультиплетності (як правило, між першим збудженим S_1 і основним S_0 синглетними станами молекули) і характеризується високою ймовірністю спонтанного переходу - малим часом життя τ електронного порушення синглетного стану S_1 .

Під час флуоресценції, зазвичай, спостерігається Стоксів зсув випромінювання люмінесценції відносно поглинання у бік більших довжин хвиль.

Молекулярна флуоресценція знаходить широке застосування у фізико-хімічній біології. У її основі лежать залежність квантового виходу, положення спектра, його форма, поляризація випромінювання від ряду структурних особливостей флуоресцентної молекули і її взаємодія з оточенням [12].

Аналізатор MOD-1100-FL з флуоресцентним датчиком зазвичай застосовується в процесах, де потрібно виміряти вуглеводневий склад пластової, сильно забрудненої стічної або оборотної води. Застосування флуоресцентної технології виключає перешкоди інших параметрів води, таких як турбулентність, каламутність або суспензії твердих частинок які заважають проведенню якісного аналізу іншими методами.

Система аналізу вуглеводнів в потоці води, спроектована з розрахунком вимірювання потоку у вільному падінні через вимірювальну комірку (як показано на рис. 1.3). Вода не контактує з лінзами а, система внутрішнього обдування створює повітряну подушку над оптичними лінзами і перешкоджає випаданню конденсату та осіданню частинок бруду на оптичні лінзи [11].

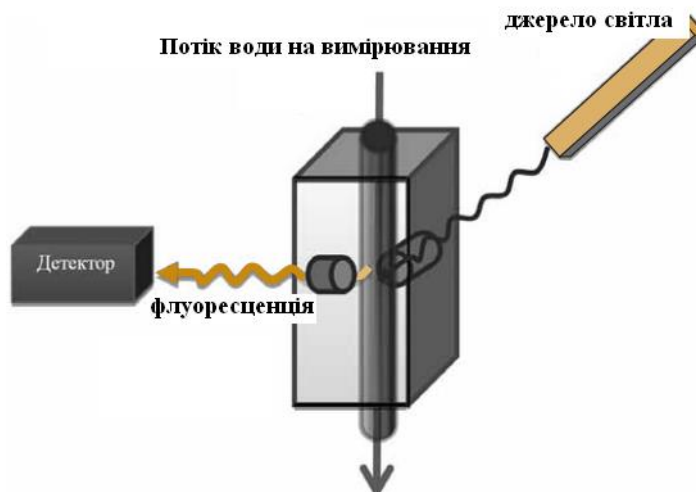


Рисунок 1.3 - Безконтактна комірка аналізатора MOD-1100-FL з флуоресцентним детектором

Хроматографічні методи

Хроматографія поєднує в собі як способи концентрування і розділення, так і способи ідентифікації та кількісного визначення різноманітних речовин. Розділення компонентів суміші на хроматографічній колонці зумовлене їх різним утримуванням у нерухомій фазі. Якщо у якості нерухомої фази взяти подрібнений сорбент – речовину, яка поглинає компоненти суміші, і наповнити нею скляну чи металеву трубку, а просування рухомої фази (рідини чи газу) здійснювати за рахунок різниці тиску на кінцях цієї трубки, то ця трубка буде представляти собою хроматографічну колонку. Нерухома фаза – це твердий адсорбент із розвиненою поверхнею або плівка рідини, адсорбційно закріплена на твердому носії; рухома фаза – потік газу або рідини, який проходить (фільтрується) крізь шар сорбенту.

Функція нерухомої фази – сорбувати, утримувати речовини, функція рухомої фази – розчиняти в собі речовини і переміщувати їх. Неоднаковий розподіл компонентів суміші між фазами створює умови, необхідні для їх розділення та подальшого визначення.

Суміш для розділення разом з потоком рухомої фази потрапляє в хроматографічну колонку. При контакті з поверхнею нерухомої фази кожен із компонентів розподіляється між нерухомою і рухомою фазами в залежності від своїх властивостей, наприклад, здатності до адсорбції. Через неперервність просування рухомої фази лише частина компонента вступає у взаємодію з нерухомою фазою, інша ж частина рухається далі і вступає у взаємодію вже з іншою ділянкою поверхні нерухомої фази. Поглинені поверхнею нерухомої фази компоненти суміші не просуватимуться далі з рухомою фазою доти, поки не десорбуються. Тому кожному з них для проходження всієї довжини колонки необ-

хідно більше часу, ніж для молекул рухомої фази. Середня швидкість просування молекул різних компонентів суміші вздовж колонки різна, і ця різниця при достатній довжині колонки може привести до повного розділення суміші на складові компоненти.

Отже, розділення речовин при промиванні колонки рухомою фазою відбувається внаслідок неоднакової швидкості їх руху вздовж шару твердого чи рідкого сорбенту. Неоднакова швидкість руху окремих речовин зумовлена різними величинами їхніх коефіцієнтів розподілу. Специфічність процесу хроматографічного розділення суміші полягає в багаторазовому повторенні актів сорбції і десорбції, розчинення і виділення компонентів рухомої фази при її русі вздовж нерухомої.

У подальшому для розділення сумішей стали використовувати також відмінності в іонобмінних властивостях, в розчинності осадів, різницю в міграційних властивостях компонентів.

Суть хроматографічного методу можна сформулювати так: хроматографія – це метод розділення та аналізу рідких або газуватих сумішей речовин, який ґрунтується на відмінності розподілу компонентів між двома фазами, що не змішуються і рухаються одна відносно одної.

Існує багато варіантів здійснення хроматографічного аналізу, які класифікуються за такими основними характеристиками:

I. За агрегатним станом нерухомої та рухомої фаз: сорбент (нерухома фаза) може бути твердою речовиною або рідиною, що сорбована на твердому носії; рухома фаза може бути рідиною або газом; сорбати можуть перебувати у рідкому, газуватому або пароподібному стані (табл. 1.7).

Таблиця 1.7 – Типи хроматографії в залежності від агрегатного стану нерухомої та рухомої фаз

Рухома фаза	Нерухома фаза	Назва хроматографії
Газ	тверда	Газоадсорбційна
Газ	Рідка (рідина розподілена тонким шаром по поверхні твердого носія)	Газоабсорбційна, газорідиннорозподільна
Рідина	Тверда	Рідинна адсорбційна
Рідина	Рідка	Рідинно-розподільна

II. За апаратним оформленням або способом проведення хроматографічного процесу: колонкова (в колонці або капілярі) і площинна (на папері або в тонкому шарі сорбенту) хроматографія.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Первая международная конференция „Сотрудничество для решения проблемы отходов”: сборник материалов конференции [Электронный ресурс]. 5-6 фев. 2004 г., Харьков / Х., 2004. – Режим доступа: <http://waste.ua/cooperation/2004/thesis/index.html>
2. Інструкція з використання мастильних матеріалів на тяговому рухомому складі залізниць України: ЦТ-0060. – [Чинний від 2003-21-04]. – К.: Стандарт, 2003. – 51 с.
3. Технология переработки нефти и газа. В 2-х частях. Ч. 1-я. Первичная переработка нефти / [О. Ф. Глаголева, В. М. Капустин, Т. Г. Гюльмисарян и др.]; под ред. О. Ф. Глаголевой, В. М. Капустина, – М.: Химия, КолосС, 2005. – 400 с.
4. Маркизова Н. Ф. Токсикология нефтепродуктов: [методическое пособие] / Н. Ф. Маркизова, А. Н. Гребенюк, В. А. Башарин. – СПб: Невский диалект, 2003. – 128 с.
5. Исидоров В. А. Введение в химическую экотоксикологию: [учебное пособие] / В. А. Исидоров. – СПб: Химиздат, 1999. – 144 с.
6. Давыдова С. Л. Тяжелые металлы как супертоксиканты XXI века: [учебное пособие] / С. Л. Давыдова, В. И. Тагасов. – М.: Изд-во РУДН. – 2002. – 140 с.
7. Рябцев Г. С. Куда направлять масляные реки / Г. С. Рябцев // Терминал. – 2010. – № 27. – С. 6–10.
8. Смазочные материалы и проблемы экологии / А. Ю. Евдокимов, И. Г. Фукс, Т. Н. Шабалина, Л. Н. Багдасаров. – М.: ГУП Издательство «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2000. – 424 с.
9. Фукс И. Г. Основы химмотологии. Химмотология в нефтегазовом деле: [учебное пособие] / И. Г. Фукс, В. Г. Спиркин, Т. Н. Шабалина. – М.: ФГУП Издательство «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2004. – 280 с.
10. Конференция Сторон Стокгольмской конвенции: Руководящие принципы по наилучшим имеющимся методам и указания по наилучшим видам природоохранной деятельности: Раздел VI Указания и руководящие принципы по категориям источников: Категории источников в Части III Приложения С Категория источников (m): Предприятия по переработке отработанных масел [Электронный ресурс]. 30 апр.–4 мая 2007 г., Дакар / 2007. – 6 с.
11. Кигель А. А., Чернокозинский Д. А. Контроль содержания нефтепродуктов в системах оборотного водоснабжения // Автоматизация в промышленности, 2013 - № 5, с. 30-33.
12. Д. Лакович. Основы флуоресцентной спектроскопии. Пер. с англ. - М.: Мир, 1986. – 496 с.

13. Нефтепродукты отработанные. Общие технические условия: ГОСТ 21046-86. – Межгосударственный стандарт – [Дата введения 1987-01-01]. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. – 4 с.

14. Туктамышев А. Ф. Совершенствование технологий сбора разлитых во время аварий нефтей и нефтепродуктов для вовлечения их в сырьевую базу нефтепереработки и нефтехимии : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. тех. наук : спец. 02.00.13 „Нефтехимия” / А. Ф. Туктамышев. – Уфа, 2009. – 28 с.

15. Нафта і нафтопродукти. Маркування, пакування, транспортування та зберігання: ДСТУ 4454:2005. – Державний стандарт України – [Чинний від 2006-07-01]. – К.: Держспоживстандарт, 2006. – 34 с.

16. Никулин Ф. Е. Утилизация и очистка промышленных отходов / Ф. Е. Никулин. – Л.: Судостроение, 1980. – 232 с. – (Охрана окружающей среды).

17. Природоохранная деятельность на железнодорожном транспорте Украины: проблемы и решения. / [Плахотник В. Н., Ярышкина Л. А., Сираков В. И. и др.]. – К.: Транспорт Украины, 2001. – 244 с.

18. Сметанин В. И. Защита окружающей среды от отходов производства и потребления: учебное пособие / В.И. Сметанин. – М.: КолосС, 2003. – 230 с.

19. Шашкин П. И. Регенерация отработанных масел. / П. И. Шашкин, И. В. Брай. – [2-е изд.]. – М.: Химия, – 1970. – 304 с.

20. Коваленко В. П. Загрязнение и очистка нефтяных масел / В. П. Коваленко. – М.: Химия, 1978, – 304 с.

21. Пат. 2245901 Российская федерация. МПК С 10 М 175/02. Способ очистки отработанных минеральных масел / Власкин А.Т., Пикалов И.И.; патентообладатель Власкин Александр Терентьевич, Пикалов Игорь Иванович. – № 96101385/04; заявл. 03.12.2003; опубл. 10.02.2005, Бюл. № 4.

22. Пат. 2122562 Российская федерация. МПК С 10 G 31/10. Способ очистки моторного масла / Кузьминов В.М., Колодяжный В.Г., Низьев О.Г., Юдин В.И., Руденко А.И., Вишневский И.Я., Филина Т.В.; заявитель и патентообладатель Московская нефтебаза – филиал АООТ „Моснефтепродукт”. – № 97114688/04; заявл. 29.08.97; опубл. 27.11.98, Бюл. № 33.

23. Расчеты основных процессов и аппаратов нефтепереработки: справочник / [Г. Г. Рабинович, П. М. Рябых, П. А. Хохряков и др.]; под ред. Е. Н. Судачкова. – [3-е изд.] – М.: Химия, 1979. – 568 с.

24. Устройство и технология системы Purifiner [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.myshared.ru/slide/298230>. – Назва з екрану.

25. Андреев В. Г. Термический крекинг отработанных масел / В. Г. Андреев, Г. П. Толмачев // Экология и промышленность России. – 2002. – № 8. – С. 4-9.

26. Пат. 2246533 Российская федерация. МПК С 10 М 175/02. Способ очистки отработанного масла / Толтинова Л.А., Хорошев С.В., Сиротина В.В., Солянов А.Н.; патентообладатель ОАО „Научно-исследовательский технологический институт”. – № 2002134870/04; заявл. 23.12.2002; опубл. 20.02.2005, Бюл. № 5.

27. Пат. 2032718 Российская федерация. МПК С 10 М 175/02. Способ очистки отработанного моторного масла от механических примесей / Ахметкалиев Р.Б.; патентообладатель Ахметкалиев Рыскали Бахтыгереевич. – № 4924165/04; заявл. 02.04.91, опубл. 10.04.95, Бюл. № 10.

28. Пат. 2015160 Российская федерация. МПК С 10 М 175/02. Способ очистки моторного масла от суспензированных примесей и воды / Ахметкалиев Р.Б. – № 96101385/04; заявл. 22.11.91; опубл. 30.06.94, Бюл. № 12.

29. Пат. 2004584 Российская федерация. МПК С 10 М 175/02. Способ регенерации отработанного моторного масла / Мухортов И.В. – № 5044254/04; заявл. 26.05.92, опубл. 15.12.93, Бюл. № 45–46.

30. Цеолиты – минерал XXI века: по данным компании „Сибирь-Цео” [Электронный ресурс] // Журнал С.О.К.: Сантехника, Отопление, Кондиционирование. – 2004. – № 4. – Назва з титул. екрану.

31. Пат. 2112018 Российская федерация. МПК С 10 М 175/02. Способ очистки отработанного минерального масла / Шебанов С.М., Кириллова Л.Н., Шуварин Д.В., Мочалова Н.Ю., Муравьева М.Б., Павленко А.Д., Козин А.И., Мартинская Т.Д.; заявители и патентообладатели Шебанов Сергей Михайлович, Кириллова Любовь Николаевна. – № 96119549/04; заявл. 30.09.96; опубл. 27.05.98, Бюл. № 15.

32. Пат. 2109037 Российская федерация. МПК С 10 М 175/02. Способ регенерации отработанных нефтяных масел / Подберезный Б.Ф.; заявитель и патентообладатель Ангарский электролизный химический комбинат. – № 96101385/04; заявл. 23.01.96; опубл. 20.04.98, Бюл. № 11.

33. Пат. 2106398 Российская федерация. МПК С 10 М 175/02. Способ регенерации отработанных масел / Хафизов А.Р., Ишмаков Р.М.; заявитель и патентообладатель Уфимский государственный нефтяной технический университет. – № 95102849/04; заявл. 01.03.1995; опубл. 10.03.1998.

34. Пат. 2055863 Российская федерация. МПК С 10 М 175/02. Способ регенерации отработанных минеральных масел и установка для его осуществления / Картошкин А.П., Ашкинази Л.А., Браславский М.И.; патентообладатель НПО „Теплоэнергетика”. – № 5048326/04; заявл. 02.06.92; опубл. 10.03.96, Бюл. № 7.

35. А. с. 1442537 СССР. МКИ С 10 М 175/02. Способ регенерации моторного масла / Елесеов В.С., Наумов Н.У. (СССР). – № 4056353/31-04; заявл. 16.04.86; опубл. 07.12.88, Бюл. № 45.

36. Пат. 1834902 СССР. МПК С 10 М 175/00. Способ очистки отработанных моторных и смазочных масел / Эрих-Клаус Мартин (Германия), Адекунле Онабайо (Нидерланды); заявитель РВЭ-Энтзоргунтг АГ (Германия). – № 4743108/04; заявл. 16.02.90; опубл. 15.08.93, Бюл. № 30.

37. Д.П.В. 34719 Україна. МКВ С 10 М 175/02. Спосіб очищення відпрацьованого моторного мастила від суспендованих механічних домішок та води / Симоненко О.П., Узденніков М.Б., Симоненко В.П., патентовласник Донецький державний університет. – № 99063090; заявл. 04.06.99; опубл. 15.03.2001, Бюл. № 2.

38. П.В. 39145 Україна. МКВ С 10 М 175/00, 175/02. Спосіб регенерації відпрацьованого моторного мастила / Симоненко О.П., Узденніков М.Б., патентовласник Донецький державний університет. – № 97062989; заявл. 23.06.97; опубл. 15.06.2001, Бюл. № 5.

39. Мальований М. С. Комплексна ресурсозберігаюча технологія регенерації відпрацьованих олив / [Мальований М. С., Семенишин Є. М., Чайка О. Г. та ін.] // Экотехнологии и ресурсосбережение, 2007, №1. – С. 38-41.

40. Универсальная установка регенерации и осветления минеральных масел [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://motor-oil-regeneration.org.ua/oil_regeneration_01.htm. – Назва з екрану.

41. Анализ зарубежных подходов к проблеме утилизации отработанных нефтепродуктов / [Петросова М. Р., Школьников В. М., Гордукалов А. А., Юзёфович В. И.] // Мир нефтепродуктов – 2004. – № 1. – С. 36-39.

42. Пат. 2061741 Российская федерация. МПК 3 10 М 175/02. Способ регенерации отработанных смазочных масел / Меркулов О. А., Жеребцов В. Л., Тимофеева Т. В., Пеганова М. М. – № 94020447/04; заявл. 25.05.94; публ. 10.06.96, Бюл. № 16.

43. Кухаренко А. А. Смазочные материалы и охрана окружающей среды / Кухаренко А. А., Дадашев М. Н., Фукс И. Г. // Экология промышленного производства. – 2005. – № 3. – С. 47-49.

44. Скобельцин А. С. Использование отработанных моторных масел в качестве компонента дисперсионной среды пластичных смазок: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. тех. наук: спец. 05.17.07 „Химия и технология топлив и специальных продуктов” / А. С. Скобельцин. – М., 2006. – 24 с.

45. Фукс И. Г. Консервационные смазочные материалы. (Разработка, исследование, применение) / Фукс И. Г., Спиркин В. Г. // Нефть, газ и бизнес. – 2006. – № 9. – С. 4-10. – № 10. – С. 13-21.

46. Бойченко С. В. Моторні палива і масла для сучасної техніки: [монографія] / Бойченко С. В., Іванов С. В., Бурлака В. Г. – К.: НАУ, 2005. – 216 с.

47. Масла моторные для дизельных двигателей. Технические условия: ГОСТ 12337-84. – Межгосударственный стандарт – [Действительный от 1985-01-01]. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 20 с.

48. Оливи моторні для дизелів. Технічні умови ТУ У 23.2-31852954-006-2003, – [Чинний від 2003-04-02] – Запоріжжя, 2002. – 21 с.

49. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение: справочник / [И. Г. Анисимов, К. М. Бадыштова, С. А. Бнатов и др.]; под ред. В.М. Школьников. – М.: Издательский центр «Техинформ», 1999. – 596 с.

50. Химия нефти и газа: учеб. пособие для вузов / [А. И. Богомолов, А. А. Гайле, В. В. Громова и др.]; под ред. В. А. Проскурякова, А. Е. Драбкина. – СПб: Химия, 1995. – 448 с.

51. Кононов В. Е. Тепловозы. Механическое оборудование. Устройство и ремонт / Кононов В. Е., Хуторянський Н. М., Скалин А. В. – М.: Желдориздат, Трансинфо, 2005. – 568 с.

52. Кузьмич В. Д. Тепловозы: основы теории и конструкция / [В. Д. Кузьмич, И. П. Бородулин, Э. А. Пахомов и др.]; под ред. В. Д. Кузьмича. – М.: Транспорт, 1991. – 352 с.

53. Устройство и ремонт тепловозов: [учебник для нач. проф. образования] / Л. А. Собенин, В. И. Бахолдин, О. В. Зинченко, А. А. Воробьев. – М.: Издательский центр „Академия”, 2004. – 416 с.

54. Нотик З. Х. Тепловозы ЧМЭЗ, ЧМЭЗТ, ЧМЭЗЭ: [пособие машинисту] / З. Х. Нотик. – [2-е изд.]. – М.: Транспорт, 1996. – 444 с.

55. Дробинский В. А. М. Как устроен и работает тепловоз / В. А. Дробинский, П. М. Егунов. – М.: Транспорт, 1980. – 367 с.

56. Гуреев А. А. Химмотология / А. А. Гуреев, И. Г. Фукс, В. Л. Лашхи – М.: Химия, 1986. – 368 с.

57. Переверзев А. Н. Основы химмотологии: [учебное пособие] / А. Н. Переверзев, С. Н. Овчаров. – Ставрополь: СевГавГТУ, 2010. – 181 с.

58. Масла моторные. Фотометрический метод оценки загрязненности работавших масел: ГОСТ 24943-81. – Государственный стандарт СССР – [Действительный от 1982-07-01]. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1981. – 5 с.

59. Нефтепродукты. Методы определения температур вспышки и воспламенения в открытом тигле: ГОСТ 4333-87 (ИСО 2592-73): – Государственный стандарт СССР – [Действительный от 1991-07-01]. – М.: Издательство стандартов, 1990. – 22 с.

60. Нафтопродукти. Прозорі і непрозорі рідини. Визначення кінематичної в'язкості і розрахунок динамічної в'язкості: ДСТУ ГОСТ 33-2003 (ИСО 3104-

94). – Державний стандарт України – [Чинний від 2003-07-01]. – К.: Держспоживстандарт, 2003. – 29 с.

61. Масла и смазки. Методы определения наличия воды: ГОСТ 1547-84. – Межгосударственный стандарт – [Действительный от 1986-01-01]. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 3 с.

62. Нефть и нефтепродукты. Метод определения содержания воды: ГОСТ 2477-65. – Межгосударственный стандарт – [Действительный от 1966-01-01]. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 7 с.

63. Нафтопродукти. Оливи мастильні, присадки і пакети присадок. Визначання загального лужного числа методом потенціометричного титрування: ДСТУ 5094:2008. – Державний стандарт України – [Чинний від 2009-03-01]. – К.: Держспоживстандарт, 2008. – 13 с.

64. Нафта і нафтопродукти. Метод визначення густини, відносної густини та густини в градусах API ареометром: ДСТУ ГОСТ 31072:2006. – Державний стандарт України – [Чинний від 2007-01-01]. – К.: Держспоживстандарт, 2007. – 36 с.

65. Нефть, нефтепродукты и присадки. Метод определения содержания механических примесей: ГОСТ 6370-83. – Межгосударственный стандарт – [Действительный от 1984-01-01]. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1997. – 8 с.

66. Инструкция по применению смазочных материалов на локомотивах и моторвагонном подвижном составе: ЦТ-940. – [Действительный от 2003-16-05]. – М.: Изд-во МПС РФ, 2003. – 80 с.

67. Паливо дизельне підвищеної якості. Технічні умови: ДСТУ 4840:2007. – Державний стандарт України – [Чинний від 2008-01-01]. – К.: Держспоживстандарт, 2008. – 7 с.

68. Інструкція по промивці дизелів та оливних систем рідиною МПТ-2М. – [Чинний від 2000-01-01]. – К.: Стандарт, 2000. – 6 с.

69. Пат. 2107716 Российская федерация. МПК С 10 М 175/02. Способ и установка для регенерации смазочных масел / Мед Хеди Мершауи [TN]; Насеэр Кхалеф [TN]; Абдельхафид Джаафар [TN]; Ашур Уаззан [TN]; Мед Али Буфахжа [TN]; Салах Мезиу [TN]; заявитель и патентообладатель Сосьете Тюнизьен де Любрифьян-Сотюлюб (TN). – № 95121595/04; заявл. 21.03.1994; опубл. 27.03.1998.

70. Присадки и масла с присадками. Метод определения содержания бария, кальция и цинка комплексонометрическим титрованием: ГОСТ 13538-68. – Межгосударственный стандарт – [Дата введения 1969-01-01]. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1999. – 11 с.

71. Рекомендации по внедрению диагностической системы управления состоянием дизелей тепловозов и дизель-поездов по результатам анализа масла: Р 647/1 [Электронный ресурс]. – [Действительный от 2009-23-10]. – [2-е изд.]. – Варшава: 2009. – 32 с. – Режим доступа: http://osjd.org/isvp/public/osjd?STRUCTURE_ID=5070&layer_id=4581&refererLayerId=4621&id=91&print=0
72. Зеркалов Д. В. Екологізація енергоспоживання / Д. В. Зеркалов. – К.: ТОВ „Міжнар. фін. агенція”, 1998. – 273 с.
73. Зеркалов Д. В. Економія нафтопродуктів / Д. В. Зеркалов. – К.: ТОВ „Міжнар. фін. агенція”, 1998. – 197 с.
74. Коннова Г. В. Оборудование транспорта и хранения нефти и газа: учеб пособие для вузов / Г. В. Коннова. – Ростов н/Д.: Феникс, 2006. – 128 с.
75. Дытнерский Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии. Часть I. Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты / Ю. И. Дытнерский. – М.: Химия, 1995. – 400 с.
76. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А. Г. Касаткин. – [7-е изд.] – М.: Химия, 1971. – 832 с.
77. Леонтьева А. И. Оборудование химических производств / А. И. Леонтьева. – М.: КолосС, 2008. – 479 с.
78. Баранов Д. А. Процессы и аппараты химической технологии. Явления переноса, макрокинетика, подобие, моделирование, проектирование: в 2-х т. / Д. А. Баранов, А. В. Вязьмин., А. А. Гухман. – М.: Логос, 2000-2001. – 480 с. (т. 1), 600 с. (т. 2).
79. Иоффе И.Л. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии / И. Л. Иоффе. – Л.: Химия, 1991. – 352 с.
80. Тимонин А. С. Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования. Т. 2.: справочник / А. С. Тимонин. – Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2006. – 1028 с.
81. Гельперин Н. И. Основные процессы и аппараты химической технологии / Н. И. Гельперин. – М.: Химия, 1981. – 812 с.
82. Плановский А. Н. Процессы и аппараты химической технологии / А. Н. Плановский, В. М. Каган, С. З. Каган – М.: Госхимиздат, 1962. – 846 с.
83. Флореа О. Расчеты по процессам и аппаратам химической технологии / О. Флореа, О. Смигельский; пер. с румын. З. М. Хаимского. – М.: Химия, 1971. – 447 с.
84. ПАО «Сумское НПО им. М.В.Фрунзе». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.frunze.com.ua>. – Назва з екрану.

85. Основи екології. Екологічна економіка та управління природокористуванням: підручник / За заг. ред.. д.е.н., проф. Л.Г Мельника та к.е.н., проф.. М.К Шапочки. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2007. – 759 с.

86. Царенко О. М. Основи екології та економіка природокористування / Царенко О. М., Несветов О. О., Кадацький М. О. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2007. – 759 с.

87. Закон України «Про відходи» (станом на 1 січня 2011 р.): офіційне видання. – К.: Парламентське видавництво, 1998. – 50 с.

88. Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України у сфері поводження з відходами» (станом на 21 січня 2010 р.): офіційне видання. – К.: Парламентське видавництво, 2010. – 12 с.

89. Закон України «Про внесення змін до податкового кодексу України щодо перегляду ставок деяких податків і зборів» // Голос країни. – 2013. – № 2. – С. 8-22.

90. Чайка О. Г. Попередження забруднення навколишнього природного середовища відпрацьованими моторними оливами.: автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. тех. наук: спец. 21.06.01 „Екологічна безпека” / О. Г. Чайка. – Суми, 2012. – 24 с.

91. Ветошкин А.Г. Защита литосферы от отходов: [учебное пособие] / А.Г. Ветошкин. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005. – 189 с.

92. Технический справочник по обработке воды. 2 тома., Т. 1, – [10-е изд.]. / пер. с фр. СПб.: Новый журнал. 2007. – 1726 с.

ДОДАТОК А

Результати фізико-хімічних і триботехнічних випробувань олив

**Таблиця Б1 - Результати фізико-хімічних і триботехнічних випробувань
моторної оливи М-14Г₂ЦС**

Показник			Норма ГОСТ 12337-84	Результати випробувань	
				Свіжої (товар- ної)	З додаванням кондиціонера «Техні Люб»
Кінематична в'язкість при 100°C, мм²/с			13,5-15,0	13,61	13,92
Лужне число, мг КОН/г			Не менше 9,0	9,81	9,92
Випробування на чотири ку- льковій маши- ні тертя	Критичне наванта- ження, Н		Не менше 823	1039	1051
	Навантаження зва- рювання		-	2071	2071
	Діаметр плями зношення, мм		Не більше 0,4	0,27	0,22
Випробування на машині тер- тя СМЦ-2	Середнє зношення зразків, г	ролик	-	0,00241	0,00141
		колодка	-	0,00415	0,00228
	Середня температу- ра оливи, °С		-	50	46

**Таблиця Б2 - Результати фізико-хімічних і триботехнічних випробувань
моторної оливи М-14В₂**

Показник			Норма ГОСТ 12337-84	Результати випробувань	
				Свіжої (товар- ної)	З додаванням кондиціонера «Техні Люб»
Кінематична в'язкість при 100°С, мм²/с			13,5-14,5	13,55	13,94
Лужне число, мг КОН/г			Не менше 4,8	5,97	7,71
Випробування на чотири ку- льковій маши- ні тертя	Критичне наванта- ження, Н		Не менше 784	995	1051
	Навантаження зва- рювання		-	2070	2070
	Діаметр плями зношення, мм		Не більше 0,4	0,24	0,21
Випробування на машині тер- тя СМЦ-2	Середнє зношення зразків, г	ролик	-	0,00237	0,00133
		колодка	-	0,00365	0,00229
	Середня температу- ра оливи, °С		-	49	45

ДОДАТОК Б
Орієнтовні граничні значення концентрації продуктів зносу і
забруднювачів для різних типів дизелів

Таблиця В1 - Орієнтовні граничні значення концентрації продуктів зносу і забруднювачів для різних типів дизелів (у г/т оливи)

№	Тип дизеля	Д100		14Д40		5Д49		Д50		6S310ДР	
	Тепловоз	ТЭ10 в/и		М62		ТЭ116 ТЭП70		ТЭМ2		ЧМЭЗв/и	
	Граничне значення	К1	К2	К1	К2	К1	К2	К1	К2	К1	К2
1	Залізо	50	100	50	100	65	100	100	200	100	200
2	Купрум	25	70	50	100	50	100	40	60	20	40
3	Свинець	25	100	25	100	15	20	40	100	40	100
4	Алюміній	20	30	15	100	20	30	25	50	25	50
5	Олово	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10
6	Хром	10	15	5	10	10	15	-	-	-	-
7	Кремній	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20

Примітка: алгоритм ґрунтується на порівнянні величин концентрацій продуктів зносу і забруднень різних типів з граничними значеннями. Весь діапазон концентрацій елементів поділяється на три піддіапазони граничними значеннями: К1 і К2. При вмісті елементу менше К1 стан дизеля оцінюється як нормальний. При вмісті елементу більше К1, але менше К2, стан дизеля оцінюється, як незадовільний. При вмісті елементу більше К2 стан дизеля оцінюється, як аварійний [118].

ДОДАТОК В
Технічні умови на поверхнево-активні речовини

1. ТУ 2483-077-05766801-98 Неоноли. Технічні умови.

Неонол (концентрація 100 %) являє собою водно-гліколевий розчин суміші аніонних і неіоногенних ПАР. Зовнішній вигляд - рухома в'язка рідина від жовтого до коричневого кольору. Температура застигання - мінус 20°C. Миючий склад РХП-20 - негорюча рідина. За ступенем впливу на організм людини РХП-20 відноситься до помірно-небезпечних речовин - 3 клас (ГОСТ 12.1.007-76).

2. ТУ 6-14-501-79

Аспарал Ф (концентрація 36 %) - натрієві солі похідних аспарагінової кислоти. Аніонна ПАР. Непрозора рухлива або пастоподібна рідина від світло-жовтого до світло-коричневого кольору. Допускається розшарування продукту з утворенням верхнього ущільненого шару, після розмішування стає однорідним. Масова частка основної речовини - $36,0 \pm 2,5$ %. Масова частка вільного гідрату окису натрію, %, не більше 1,0.

3. ТУ 2482-007-04706205-2006

Кокамідопропіламіноксид (Євроксід СРО) - кокамідопропіламіноксид, м'яка ПАР неіоногенного типу (концентрація 30 %). Жовта прозора рідина, рН 6,0 - 8,0; вміст активної речовини - мін. 33 %, вільних перекисів - макс. 0,20 %.

4. ТУ 2481-023-50199225-2002

Emal 270d - натрію лауретсульфат (концентрація 70 %). Аніонна ПАР. Норма за НД 70 %: Молекулярна Формула: $\text{RO}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{-SO}_3\text{Na}$. Зовнішній вигляд при температурі 20°C: від безбарвної до жовтуватого кольору. Вміст активної речовини 70 ± 2 %. Вміст залишку, що не сульфонується, ≤ 2.5 . Вміст натрію сульфату 1,5. рН (10 % водний розчин): 7,0-9,5.

5. ТУ 2480-002-04706205-2004

Кокамідопропілбетаїн (Cocamidopropyl Betaine) - м'яка (неіоногенна) ПАР, що одержують із застосуванням кокосової олії (концентрація 30 %). М'який очищувач, використовується в комбінації з сильнішими сурфактантами (натрію лаурилсульфат).

6. ТУ 2481-014-50685486-2005

Сульфонол - натрію алкілбензосульфونات марки Б - паста (концентрація 40 %). Аніонна ПАР. Масова частка алкілбензолсульфонатів натрію, %, не менше 40. Масова частка нессульфованих сполук, %, не більше 4. Показник активності водневих іонів (рН) водного розчину сульфонолу з масовою часткою 1 %, од.рН 8-10.

7. ГОСТ 8980-75 Речовини текстильно-допоміжні. Стеарокс-6. Технічні умови.

Стеарокс (концентрація 100 %) являє собою суміш поліоксіетіленгліколевих етерів стеаринової кислоти з добавкою 5-10 % препарату ОС-20 або 5-7 % допоміжної речовини неонолу АФ/9-10 (або Синтанолу ДС-20). Стеарокс-6 від-

носиться до неіоногенних поверхнево-активних речовин. Стеарокс-6 відноситься до речовин, які важко біологічно розкладаються; ступінь розкладання приблизно 50 %.

8. ТУ 2483-135-05757587-99

Синтанол АЛМ-10 (концентрація 100 %) - неіоногенна ПАР. Зовнішній вигляд: при $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ - в'язка рідина або щільна маса від білого до злегка жовтого кольору. Показник активності водневих іонів (рН) водного розчину препарату з масовою часткою основної речовини 2 %, в межах 6,0-9,0. Кольоровість розплаву (йодна шкала) $\text{мг J}_2/100 \text{ см}^3$, не більше 4. Температура помутніння водного розчину препарату з масовою часткою основної речовини 2 %, $^\circ\text{C}$ 53-56 .

дано на складання 06.05.2015. Підписано до друку 06.05.2015. Формат 210x148. Папір офсетний. Друк ризографічний. Гарнітура Times. Ум. друк. арк. 9,5. Обл.-вид. арк. 8.4. Тираж 100 прим. Зам. № 511

Видавництво «Літограф»
Ідентифікатор видавця у системі ISBN: 2267
Адреса видавництва та друкарні:
49000, Дніпропетровськ, вул. Паторжинського, 29/б
тел. : (066) 369-21-55, (056) 713-57-25
E-mail: Litograf.dp@gmail.com

