

Екологічна безпека та раціональне природокористування =====

УДК 504.550.43 (477.8, 477.6)

ЗБЕРІГАННЯ ВІДХОДІВ НАФТОГАЗОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ТА ШЛЯХИ ЇХ УТИЛІЗАЦІЇ

Л. Є. Шкіца, А. В. Троценко

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу;
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15;
тел. +380 (3422) 4-53-69; e-mail: lshkitsa@nung.edu.ua*

Викладено результати аналітичних досліджень щодо стану зберігання відходів нафтогазової промисловості та шляхів їх утилізації.

***Ключові слова:** нафтошлами, утилізація, переробка, біодеструкція.*

В процесі збору, підготовки та переробки нафти утворюються стійкі нафтові емульсії, супутньо-пластові води, нафтошлами та інші небезпечні відходи. На більшості підприємств нафтовидобувної та нафтопереробної промисловості України такі відходи збирають і тимчасово зберігають на технологічних об'єктах – ставках-відстійниках, нафтових пастках тощо та у спеціально облаштованих місцях для розміщення відходів – шламонакопичувачах, амбарах, полігонах. При цьому на підприємствах галузі не відпрацьована технологія утилізації такого виду відходів. Причиною цього є те, що, по-перше, до певного часу утилізація таких відходів була економічно не вигідною, оскільки вимагала значних економічних затрат, а вартість нафти при її реалізації була низькою, по-друге, в минулому питання екологізації промислових технологічних процесів досить часто мало другорядний характер, і питанням утилізації відходів приділялось недостатньо уваги. Як наслідок, на більшості підприємств нафтогазової галузі склалась ситуація, коли, з одного боку, існуючі місця видалення відходів заповнені нафтошлами, а з іншого боку, місця зберігання нафтошламів внаслідок їх неправильного облаштування, експлуатації та старіння гідроізолюючих матеріалів стають джерелами забруднення атмосферного повітря, ґрунтового покриву, поверхневих та підземних вод. Потрапляння нафтопродуктів у ґрунти, атмосферне повітря, підземні та поверхневі води спричиняє деградацію

екосистем, порушення екологічної рівноваги ландшафтів, загибель живих організмів. При потраплянні до організму людини нафтопродукти та їх похідні можуть викликати гострі інтоксикації, отруєння і навіть онкологічні захворювання.

Питання утилізації нафтовмісних відходів досліджувалося та описано багатьма науковцями, зокрема М.М. Орфановою [1], Д.С. Корсунем та В.С. Владіміровим [2], Л.А. Ковальвою, Р.З. Міннігалімовим, Р.Р. Зіннатулліним [3], І.Р. Ягафаровим [4], В.М. Фердманом [5], О.А. Дубровою, С.В. Пятчаніним, С.А. Самохіним В.І. [6], Соловійовим, Г.А. Кожановим, В.В. Губановим [7], Т.Д. Мукашевою, М.Х. Шигаєвою, Р.Ж. Бержановою, Р.К. Сидикбековою [8], О.Р. Зубанюк [9].

ЗАТ НПКФ «МАВР» [2] запропонована технологія утилізації нафтошламів шляхом їх використання як сировини для коксування або добавок в котельне паливо. В роботі використовувались нафтошлами, що утворилися в резервуарах АЗС. Нафтошлами із резервуарів з різною продукцією (бензини, дизпаливо, мастила) перемішувалися у збірній ємності з метою отримання однакової за консистенцією в'язкої маси, після чого перемішувалися з торфом або тирсою. Масова частка нафтошламів у готовому продукті – 30-40%.

Авторами [2] також проводилися дослідження щодо утилізації нафтошламів з метою одержання сухого гідрофобного порошку. В основу методу лягли дві запропонованих технологічних операцій. Перша з них полягала в тому, що в'язка нафтошламозна маса замішувалась безпосередньо в мінеральну дисперсну матрицю, до складу готового продукту входили 30% нафтошламозової маси та 70% мінеральної основи (глина, пісок, зола у співвідношеннях 20:40:40 відповідно). Після природного просушування авторами отримано сухий незмочуваний мінеральний порошок, придатний до використання в якості сипкого дорожнього матеріалу чи компоненту шихти для виготовлення будівельних матеріалів. Друга технологічна операція передбачала випарювання в'язкої нафтошламозової маси на водяній бані, внаслідок чого нафтошлами втрачали із свого складу воду та вуглеводневі фракції, що википають за температури до 100⁰С. В результаті цього суміш перетворювалась на порошок бурого кольору, до складу якого входили також мінеральні домішки і оксид заліза. Після подрібнення і просіювання тонкодисперсний порошок перемішували у визначеному співвідношенні з шихтою (пісок, глина, зола). На основі проведених експериментальних досліджень авторами запропоновано схему лінії з утилізації нафтошламів.

Підприємством «Глобал Трейд Ойл» [10] розроблена технологія отримання висококалорійного палива із відходів нафтопереробної промисловості. Суть її полягає у використанні мікровакуумного і гідроударного крекінгу, який дає змогу здійснювати багатофакторний вплив на нафтошлами і змінювати їх фізико-хімічні параметри. Отриманий в результаті застосування цієї технології продукт містить мікробульбашкові краплі, в яких водна і вуглеводнева фази з'єднані подвійним електрич-

ним шаром. В процесі спалювання нафтошламів акумульована в краплях енергія вивільнюється за рахунок розриву радикалів крапель і усунення сил їх подвійного електричного шару. В результаті цього процес спалювання нафтошламів інтенсифікується в декілька разів.

Авторами [11] запропонована технологія перероблення нафтошламів, що утворилися в результаті розливу нафтопродуктів на ґрунти. Перший етап цієї технології передбачає підготовку ґрунту та відділення крупних твердих включень (наприклад, каміння). Після цього очищений ґрунт перемішується з водою, нагрітою до температури 20-80⁰С. При цьому відбувається утворення концентрованої суспензії і подрібнення грудок забрудненого матеріалу, подрібнення залишків деревини та рослинності. Після цього з суміші видаляються каміння розміром більше 5 мм. На другому етапі відбувається очищення ґрунту від нафти за рахунок інтенсивного відмивання мінеральної складової суміші у високошвидкісному турбулентному потоці гарячої води, за необхідності до води додають поверхнево-активні речовини. На третьому етапі відбувається процес кінцевого розділення рідкої і твердої фаз методом гідроциклонування. При цьому рідка фаза, що пройшла через весь цикл на останній стадії розділяється на дві складові – нафтопродукти і воду. Вивільнена нафта може бути використана в якості промислової сировини. Відділена вода використовується в процесі повторно, а при її надлишку очищається на стандартних очисних спорудах і використовується в інших процесах. За необхідності промивання мінеральної частини повторюють декілька разів.

Спільним українсько-англійським підприємством ТОВ «Агрокінт» запропонована водно-паливна установка «ЭУ-М-2/1-П/О» з утилізації нафтошламів та відпрацьованих олив. Установка працює на принципах змішування незмішуваних рідин на молекулярному рівні для отримання водно-паливної емульсії. Водно-паливна емульсія має підвищену теплотворну здатність порівняно з мазутом, нижчу температуру спалаху, структурований агрегатний стан, однорідний дисперсний склад.

В роботі [3] запропонована технологія утилізації нафтошламів з використанням високочастотного електричного поля. Результати досліджень авторів вказують на ефективність розділення стійких нафтових емульсій під дією магнітного поля. Технологія базується на послабленні стійкості молекулярних зв'язків між дипольними молекулами оболонки, що відповідно сприяє послабленню всієї оболонки та в кінцевому результаті руйнуванню емульсії.

І.Р. Ягафаровим [4] розроблена комплексна технологія утилізації нафтошламів шламонакопичувача ОАО «Новоил», яка включала наступні етапи:

- інженерно-геологічні вишукування з метою встановлення геолого-літологічного розрізу, глибини залягання шламу в шламонакопичувачі, розрахунку об'єму шламонакопичувача та складу нафтошламу;
- вимивання легких фракцій нафтопродуктів з використанням поверхнево-активних речовин (ПАР) та будівництво дренажної системи по

периметру шламонакопичувача для відведення летких фракцій нафти і нафтопродуктів, що вимиваються виробничою технічною водою з ОП-10. У міру заповнення заглибленої ємності збору водно-нафтової емульсії, емульсія перекачувалась на завод на нафтопереробку;

- біологічне оброблення поверхні шламонакопичувача з використанням препарату «Родотрин». До складу препарату входить активний штам-деструктор *Rhodococcus erythropolis*;

- рекультивация шламонакопичувача з нанесенням на його поверхню родючого шару ґрунту товщиною до 5 см та фітомеліорація шляхом посіву на поверхні сорго суданського з розрахунку 3 г/м².

Результати досліджень вказують на суттєве зниження концентрації нафтопродуктів на поверхні шламонакопичувача.

М.М. Орфановою [1] запропоновано технологію перероблення нафтошламів на компонент суміші для дорожнього будівництва шляхом механоактивації. Механічна активація проводилась на активаторі-подрібнювачі роликів типу АИР-0,015. Результати досліджень показали, що найбільш доцільним є виготовлення компоненту дорожньої суміші з механоактивованого піску при співвідношенні компонентів (пісок : нафтошлам) 1:1.

В.М. Фердманом [5] показана ефективність утилізації нафтошламів під впливом ультразвуку з подальшим отриманням товарної нафти. Автором встановлено, що під впливом ультразвуку стійка нафтова емульсія переходить у нестійкий стан, дисперсійне середовище і дисперсна фаза розділяються. Автором визначено умови проходження процесу: співвідношення реагентів – поверхнево-активні речовини – 30%, диспергент – 70%, температура – 40⁰С, частота впливу – 15-30 кГц, співвідношення води і нафтової фракції 3:1, час впливу 1-5 хв. Крім того, у роботі [5] вказується на доцільність оброблення донних осадів і забруднених ґрунтів біодеструкторами. Запропоновано суміш препаратів Деворойлу, Бациспечину, Біотрину у співвідношенні 2:1:1 для ефективної біодеструкції нафтопродуктів, при умові вмісту останніх до 10%.

Утилізація і знешкодження нафтовмісних відходів виробництва в ООО «Оренбурггазпром» здійснюється на установці для знешкодження і утилізації нафтовмісних шламів У-37 хімічним методом з отриманням продукту утилізації у вигляді мінерального порошку «ПУН» (продукт утилізації нафтошламів) [12]. Установа для знешкодження нафтошламів У-37 збудована на Оренбурзькому ГПЗ згідно проекту розробленому ОАО «ЮжНИИгипрогаз» і працює в теплу пору року. Робота установи базується на хімічному методі знешкодження нафтовмісних відходів із застосуванням препарату «Еконафт», який був розроблений Курським інститутом «ИНСТЕБ». Отриманий продукт утилізації нафтовмісних відходів може використовуватись в якості мінеральної добавки для приготування асфальтобетонних сумішей, а також як інертного і гідрофобного матеріалу в конструкціях дорожніх покриттів. У процесі експлуатації установи основним недоліком є те, що ефективність про-

цесу утилізації залежить від складу шламів, у зв'язку з чим виникає необхідність в розробленні дозування реагентів для різних типів шламу.

Автором [9] запропонована технологія безвідходного збагачення і прямого перероблення нафти і нафтошламів в рідкий високоякісний вуглеводневий продукт «кластер» і газоконденсат. Суть розробки полягає в тому, що до сирової нафти чи нафтошламу додають донор гідрогену 10-15% і, таким чином, збуджують процес дисоціації важких молекул. З появою в суміші вільного водню і при активному гідродинамічному впливі важкі вуглеводневі сполуки розщеплюються на легкі вуглеводневі фракції. Збагачена у такий спосіб нафта, кластерний вуглеводневий продукт, складається в основному з вищих вуглеводнів, хімічно технологічний із перегонкою до 95%. При цьому відпадає потреба у шламовідстійниках при видобуванні та підготовці нафти.

Науково-дослідним центром «Промавтоматика» [6] запропоновано технологію біологічного оброблення, знезараження і утилізації нафтозабруднень і нафтошламів амбарів. Інгредієнти, що використовуються в технології володіють широким спектром сорбційної і відновлювально-окислювальної активності, включаючи ароматичні вуглеводні, нафтеніві сполуки, парафіни, асфальто-смолисті фракції і канцерогени типу бенз(а)пірену (C₅-C₄₀) і вище, а також продукти життєдіяльності автохтонної (місцевої) та інтродуційованої (привнесеної) мікрофлори. Кінцевим продуктом технології є нейтральний (рН 6,7-7,3) екологічно безпечний ґрунтовий субстрат, що володіє пролонгованим, меліоративним і агробіохімічним ефектом, що здійснює позитивний вплив на мікро- і фіто-біоценози, і тому може слугувати основою для формування гумусу, донного мулу тощо. Деструкція вихідних вуглеводнів відбувається на 98-100% з подальшим утворенням 1,5-4% кисневмісних сполук (гумінових речовин), що забезпечує повну біокаталітичну трансформацію вуглеводнів і створення біологічного стимулу відновлення екосистеми.

НПП «Еконад» [7] розроблено перший в СНД біопрепарат «Еконадін» – сорбент і деструктор вуглеводнів нафти, дія якого базується на використанні іммобілізованих клітин бактерій. Препарат «Еконадін» складається з біофлорів бактерій *Pseudomonas fluorescens* (асоціація двох штамів) зафіксованих на органічному субстраті – торфі. В біофлорі міститься певний запас мінеральних і органічних поживних речовин, що сприяє тривалій підтримці життєздатності бактерій, їх фізіологічної і деструктивної (функціональної) активності і активному синтезу псевдомонадами емульгатора нафтопродуктів екзополісахаридного походження. Біофлори проявляють підвищену стійкість до забруднюючих речовин і обумовлюють активну інтродукцію бактерій-деструкторів у водні та ґрунтові екосистеми. При цьому біофлори забезпечують буферність середовища на рівні рН 7, що сприяє глибокому розпадові вуглеводнів нафти та інших органічних сполук.

Вченими Казахського національного університету ім. аль-Фарабі [8] розроблені біопрепарати на основі штамів-деструкторів адаптовані

до ґрунтово-кліматичних умов нафтодобувних регіонів Республіки Казахстан. Мікроорганізми *Mycobacterium thermoresistibile* sy. 119-3ГМ, *Rhodococcus egui* st. 51КС, *Pseudomonas cepacia* st. 122АС, *Bacillus lentus* st. 109КС, *Candida nitrativorans* st. В1, *Candida chilensis* st. В2, *Trichosporon cutaneum* st. P20С02 та *Exophilia* sp.nov Ч2, що складають основу препаратів, виділені із ґрунтів Казахстану. В ході експериментальних досліджень встановлено, що бактеріальні культури утилізували від 71,91% до 82,92% нафти і від 36,29 до 48,56% мазуту.

Незважаючи на існування широкого спектру способів перероблення нафтовмісних відходів проблема їх утилізації на сьогодні повністю не вирішена. Зумовлено це тим, що формування нафтошламів відбувається з різної “сировини” та у різних умовах. Відповідно, нафтошлами володіють різними фізико-хімічними властивостями, а існуючі на сьогоднішній день технології “прив’язані” до конкретних нафтошламів. Таким чином ефективне застосування технологій для утилізації нафтовмісних відходів, можливе лише за умови їх адаптації до конкретних умов та удосконалення.

Література

1. Удосконалення засобів і методів зменшення відходів нафтогазового виобництва.: Автореф. дис. кандидата технічних наук М.М. Орфанової / Івано-Франківськ: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу. – 2008. – 20 с.
2. Корсун Д.С., Владимиров В.С., Карпухин И.А., Мойзис С.Е. Работа с техногенными отходами: российская практика. Режим доступа: www.akpr.ru/rep.php?id=605.
3. Ковалева Л.А. Об эффективности утилизации нефтяных шламов высокочастотным электромагнитным полем / Л.А. Ковалева, Р.З. Миннигалимов, Р.Р. Зиннатулин. – Нефтегазовое дело. – 2008. – Режим доступа: www.ogbus.ru/authors/Kovaleva/Kovaleva_1.pdf.
4. Совершенствование методов и средств для обезвреживания и ликвидации нефтешламовых накопителей: Автореф. дис. кандидата технических наук И.Р. Ягафаров / Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет. – 2006. – 23 с. Режим доступа: www.ogbus.ru/authors/YagafarovID/YagafarovID_1.pdf.
5. Комплексная технология утилизации промышленных нефтешламов.: Автореф. дис. кандидата технических наук В.М. Фердман / Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет. – 2002. – 23 с. – Режим доступа: www.ogbus.ru/authors/Ferdman/Ferdman_1.pdf.
6. Технология биологической обработки, обезвреживания и утилизации нефтезагрязнений и нефтешламовых амбаров / О.А. Дуброва, С.В. Пятчанин, С.А. Самохин, Е.В. Дубров, Ю.В. Дубров // 36. матер. науково-практичної конференції [«Екологічні проблеми нафтогазового комплексу»], (с. Синяк Закарпатської області, 26 лютого – 2 березня 2007 р.), Національна академія наук України, НАК «Нафтогаз

- України, М-во охорони навколишнього природного середовища України, НПЦ «Екологія. Наука. Техніка». – Сияк.: НПЦ «Екологія. Наука. Техніка», 2007. – С. 115-118.
7. Соловьев В.И. Современные тенденции в развитии биотехнологий защиты окружающей среды от нефтяного загрязнения и их реализация в Украине / В.И. Соловьев, Г.А. Кожанова, В.В. Губанов // Збірник матеріалів науково-практичної конференції [«Екологічні проблеми нафтогазового комплексу»], (с. Сияк Закарпатської області, 26 лютого – 2 березня 2007 р.), Національна академія наук України, НАК «Нафтогаз України, Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, НПЦ «Екологія. Наука. Техніка». – Сияк.: НПЦ «Екологія. Наука. Техніка», 2007. – С. 118-121.
 8. Нефтеокисляющие микроорганизмы в очистке грунтов с высоким уровнем загрязнения нефтепродуктами / Т.Д. Мукашева, М.Х. Шигаева, Р.Ж. Бержанова, Р.К. Сыдыкбекова // Збірник матеріалів науково-практичної конференції [«Екологічні проблеми нафтогазового комплексу»], (с. Сияк Закарпатської області, 26 лютого – 2 березня 2007 р.), Національна академія наук України, НАК «Нафтогаз України, М-во охорони навколишнього природного середовища України, НПЦ «Екологія. Наука. Техніка». – Сияк.: НПЦ «Екологія. Наука. Техніка», 2007. – С. 127-128.
 9. Зубанюк О.Р. Безотходное обогащение и прямая переработка нефти и нефтешламов в жидкий высококачественный углеводородный продукт «кластер» и газоконденсат / О.Р. Зубанюк // Збірник матеріалів науково-практичної конференції [«Екологічна безпека техногенно перевантажених регіонів та раціональне використання надр»], (м. Коктебель АР Крим, 4-8 червня 2007 р.), Національна академія наук України, Академія гірничих наук, Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, НПЦ «Екологія. Наука. Техніка». – Коктебель.: НПЦ «Екологія. Наука. Техніка», 2007. – С. 106-108.
 10. <http://www.belisa.org.by/ru/news/stnews/manufacture/c8176668eab1fbe1.html>
 11. <http://nefteshlamy.ru/stat.php?id=2>
 12. Методы обезвреживания и способы утилизации нефтесодержащих отходов в ООО «Оренбурггазпром» / В.В. Быстрых, М.В. Карягина, А.В. Налетова, В.П. Жигайло / Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – М.: ОАО «ВНИИОНГ», 2007 – №6. – С. 37-39
- Стаття надійшла до редакційної колегії 09.11.2010 р.
Рекомендовано до друку докт.техн.наук, професором Семчуком Я.М.*

**ANALYSIS OF THE STATE OF HANDLING WASTES
OF OIL AND GAS INDUSTRY AND WAY
OF THEIR UTILIZATION**

L. E. Shkitsa, A. V. Trotsenko

Ivano-Frankivs'k National Technical University of Oil and Gas;

76019, Ivano-Frankivs'k, st. Carpats'ka, 15;

ph. +380 (3422) 4-53-69; e-mail: lshkitsa@nung.edu.ua

In the article the results of analytical researches in relation to the state of handling wastes of oil and gas industry and ways of their utilization.

Key words: *oilshlams, utilization, processing, biodestration.*