

АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ТА ПЕРСПЕКТИВ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ НАФТОВМІСТНИХ СТІЧНИХ ВОД

Розглянуто методи очистки води від нафти та нафтопродуктів. Представлена порівняльна характеристика сорбентів для ліквідації нафтозабруднень. Обґрунтована необхідність використання сорбенту «Еколан», що дозволяє ефективно та швидко видаляти наслідки розливів нафти та продуктів її переробки.

Ключові слова: очищення води, нафтопродукти, сорбенти, нафтозабруднення.

Серед найважливіших екологічних проблем світового масштабу широкого розповсюдження одержало забруднення нафтою водних акваторій, прибережних зон, донних відкладень та ґрунтів у зв'язку із зростанням обсягів видобування, транспорту та переробки нафти.

У різноманітних публікаціях провідні спеціалісти визнають, що загальні світові втрати нафти в процесі її транспортування складають біля 2 % обсягу нафтовидобування. Втрати нафтопродуктів на складах паливно-мастильних матеріалів, нафтобазах, підприємствах нафтопереробки офіційно не повинні перевищувати 3 % обігу, в дійсності ж вони значно більші. Так, під будь-яким об'єктом, пов'язаним із видобуванням, переробкою, транспортуванням, збереженням, реалізацією нафти і нафтопродуктів, утворюється зона забруднення ґрунтів і підземних вод різноманітними вуглеводнями нафтового ряду.

В результаті такого забруднення порушується хід природних біохімічних процесів, відбувається загибель флори та фауни озер, річок та морів. Тому, воду забруднену нафтопродуктами вважають однією з глобальних забруднювачів навколишнього середовища, що становить серйозну загрозу для живих організмів [1].

З цієї причини оцінка впливу аварій на довкілля і розробка рекомендацій по усуненню їхніх наслідків є одним із пріоритетних напрямків екології та створення системи екологічної безпеки регіонів.

Метою даної статті є дослідження стану, проблем та перспектив використання існуючих методів очищення води від нафтопродуктів та їх порівняння з біосорбційним методом при використанні сорбенту «Еколан».

Методи очистки води від нафти та нафтопродуктів

На даний час для очищення води від нафти і

нафтопродуктів застосовують механічні, хімічні, біологічні та фізико-хімічні методи [2].

Існуючі методи ліквідації екологічних наслідків аварій з нафтопродуктами недосконалі і практично не призводять до мінімізації впливу аварій на довкілля [3].

Перевагами основних методів ліквідації нафторозливів з поверхні води є те, що вони в тій чи іншій мірі сприяють локалізації, збору і утилізації нафти і нафтопродуктів, які є високотоксичними сполуками. Але практично в кожного методу є свої недоліки.

Механічне очищення стічних вод від нафти та нафтопродуктів застосовують переважно як попереднє, воно забезпечує видалення зважених речовин з побутових стічних вод на 60...65 %, а з деяких виробничих стічних вод на 90...95 %. Завдання механічного очищення полягає у підготовці води до фізико-хімічного та біологічного очищення. Цей метод є найдешевшим методом їх очищення, а тому завжди доцільна найбільш глибока очистка стічних вод механічними методами. Дане очищення проводять для виділення зі стічної води нерозчинених грубодисперсних домішок шляхом проціджування, відстоювання та фільтрування. Недоліком цього методу є те, що механічні пристрої не забезпечують достатню ефективність очищення води від нафти. Складність збору нафти з водної поверхні полягає в тому, що нафта розливається тонким шаром. При її зборі захоплюється і вода.

Хімічний (із застосуванням детергентів емульгуючої дії на нафтову плівку): метод широко поширений в практиці боротьби з нафторозливами. Суть методу полягає в тому, що у воду додають різні хімічні реагенти, які вступають в реакцію з нафтою і осідають у вигляді нерозчинних осадів. Однак застосування детергентів тільки посилює вражаючу дію нафтової плівки, оскільки емульгована нафта легше потрапляє в організм

водних мешканців. Тому, цей метод застосовують лише для очищення локалізованої кількості води від нафти.

Біологічний (базується на мікробіологічному розкладанні нафти за допомогою нафтоокислюючих бактерій): при температурі менше 10 °С бактерії практично «не працюють», оптимальна температура для них – 20...30 °С. Переваги біологічного методу – можливість видаляти різноманітні органічні сполуки, в тому числі токсичні, відносно невисока експлуатаційна вартість, проте до недоліків слід віднести високі капітальні затрати, необхідність суворого дотримання технологічного режиму очищення, токсична дія на мікроорганізми деяких органічних сполук.

Фізико-хімічне очищення проводиться за допомогою розчинників, вибірково видаляють небажані компоненти з очищуваного продукту – зі стічних вод віддаляються тонкодисперсні і розчинені домішки, руйнуються органічні речовини, які не окислюються чи погано окислюються. Найбільш поширеним методом очищення є коагуляція, нейтралізація кислот і лугів, перегонка водяним паром, обробка води газоподібним хлором. Як коагулянти, в залежності від складу стічних вод, застосовують сірчаноокислий амоній, сірчано- і солянокислі солі заліза, гашене вапно. Цей метод частіше застосовується на підприємствах хімічної, нафтохімічної, легкої і текстильної промисловості. Недоліком цього методу очищення є значні витрати коагулянтів, великий об'єм осаду, що утворюється при очищенні, складність його обробки. Отже, цей метод не рекомендується використовувати як самостійний, після нього потребується доочищення.

Біосорбційний метод дозволяє очищати стічні води від продуктів переробки нафти до будь-якого потрібного рівня, майже до ГДК незалежно від їх хімічної стійкості і без внесення у воду будь-яких вторинних забруднень. Це – безінерційний рівноважний процес, що дає можливість успішно використовувати його як в умовах нормальної експлуатації, так і при ліквідації аварій. Перевагами методу є висока ефективність, різноманітність форм (гранули, волокна тощо) та широкий спектр видів адсорбентів, що можуть забезпечити очистку води до будь-якого потрібного рівня [4].

Отже, серед існуючих методів очищення води від нафти та нафтопродуктів найбільш перспективним є біосорбційний метод. Оскільки, в наш час він є практично єдиним методом, який має надзвичайно високу ефективність очищення, не потребує утилізації, універсальний в застосуванні.

Характеристика сорбентів для ліквідації нафтозабруднень

В даний час у світі існує і застосовується безліч різних сорбентів різних виробників для ліквідації нафтового забруднення. Їх можна класифікувати за різними ознаками: за походженням (сировиною), дисперсністю, призначенням, за переважним способом утилізації. Вони поділяються на: неорганічні, синтетичні, природні органічні та органомінеральні. Але всі вони подібні за своїми сорбційними та іншими характеристиками. Їхній головний недолік – відсутність 100 %-ої флотаційної здатності [5].

При виборі сорбенту слід звернути увагу на всі його істотні характеристики, що часом виявляється складним завданням. Розглянемо переваги та обмеження щодо використання різних видів сорбентів в процесі очищення нафтових забруднень. Аналіз літературних даних показав, що нафтосорбенти повинні володіти високою нафтоємністю, плавучістю, низьким водопоглинанням і високопористою поверхнею. Головною вимогою до матеріалів, що сорбують вуглеводні нафти, є наявність у матеріалі високорозвиненої пористої структури з гідрофобною поверхнею, а також можливістю десорбції нафти, утилізації або регенерації сорбенту [6].

За рахунок своєї гігроскопічної мікроструктури, пористості і великої питомої поверхні сорбент вбирає в себе нафту з будь-яких ландшафтних полів, чи то водні простори, ґрунтові горизонти або болота.

Одним з найважливіших показників сорбенту є можливість регенерації, простота утилізації, максимально досяжна залишкова концентрація нафти. Доведено, що основними перевагами нафтових сорбентів є екологічна безпека, широка сировинна база, висока гідрофобність і нафтоємність при порівняно низькій вартості.

З екологічної точки зору якість *неорганічних* сорбентів не цілком прийнятна, тому що в силу своєї низької ємності (70...150 % по нафті) сорбенти не утримують бензин, дизельне паливо, гас. При ліквідації наслідків розливів нафтопродуктів у водному середовищі разом з нафтою тонуть і неорганічні сорбенти, тим самим не вирішуючи проблеми очищення води від забруднення.

Синтетичні матеріали як правило мають високу нафтоємність. Проте, більшість синтетичних матеріалів є токсичними (що обмежує їх використання у вигляді тонких порошків), особливо у випадку загоряння. Істотним недоліком більшості волокнистих сорбентів є стік частини сорбованих нафтопродуктів (у деяких

випадках до 60...70 %) при добуванні сорбенту з поверхні води.

Природні органічні та органо-мінеральні сорбенти є найбільш перспективним видом сорбентів для ліквідації нафтових забруднень. Найчастіше застосовують модифікований торф, макулатуру, тирсу, деревинну тріску, шерсть, висушені злакові культури.

Одним з найкращих природних сорбентів, порівняних за своєю нафтоємністю з модифікованим торфом є шерсть. Один кілограм шерсті може поглинути до 8...10 кг нафти при цьому природна пружність шерсті дозволяє віджати велику частину легких нафтових фракцій. На жаль, після декількох таких віджимань шерсть насичається бітумом і стає непридатною для подальшого використання. Висока ціна шерсті, недостатня її кількість і сурові вимоги до збері-

гання не дозволяють враховувати її як перспективний сорбент.

Слід зазначити, що тирса добре і швидко вбирає нафту і нафтопродукти, але ще краще вбирає вологу, тому необхідне просочення тирси після її глибокої сушки жирними кислотами. Утворене гідрофобне покриття забезпечує необхідну якість нафтових сорбентів, але є недовговічним.

Аналогічною є ситуація по відношенню до торфу, який набагато перевершує за своєю потенційною сорбційною здатністю тирсу і навіть шерсть (в усякому разі деякі різновиди верхнього торфу мохової групи).

Порівняльна характеристика сорбентів для ліквідації нафтозабруднень наведена в табл. 1 [7].

Таблиця 1

Порівняльна характеристика сорбентів для ліквідації нафтозабруднень

Неорганічні сорбенти	
<u>Переваги:</u> - низька вартість; - можливість виробництва у великих обсягах; - термостійкість (порівняно з синтетичними), що дозволяє їх використовувати в разі небезпеки загоряння нафтової плями або наявного вже вогнища загоряння.	<u>Недоліки:</u> - низька ємність – не утримують бензин, дизельне паливо, гас; - тонуть разом з нафтою при ліквідації наслідків розливів нафтопродуктів у водному середовищі; - низька щільність, що обумовлює доставку до місця локалізації нафтового розливу великих обсягів сорбентів.
Синтетичні сорбенти	
<u>Переваги:</u> - мають високу нафтоємність; - простота схеми регенерації, що реалізує віджимання поглиненої нафти з її повторним використанням (в порівнянні з неорганічними).	<u>Недоліки:</u> - токсичність; - низька щільність, що обумовлює доставку до місця локалізації нафтового розливу великих обсягів сорбентів.
Органомінеральні і природні органічні сорбенти	
<u>Переваги:</u> - екологічна чистота та безпечність; - широка сировинна база; - висока нафтоємність у порівнянні з невисокою вартістю; - здатність до біорозкладання.	<u>Недоліки:</u> - залежність від температурних умов (за низьких температур є малоефективними)

В Україні найбільш відомими є препарати: «Десна» – (розробка Українського дослідницького центру екології нафти і газу, м. Київ), Консорціум мікроорганізмів – (Інститут високих технологій, м. Київ), «Деворойл», який проводиться за російською ліцензією ВАТ «Фермент», (м. Ладижин) і нещодавно рекомендований Мінекології «Simbinal» (розробка Інституту ботаніки НАН України). У Росії широко застосовуються «Путідойл», «Олеоворін», «Деворойл», «Валентіс», «Нафтокс», «мікрOMICETIV», в Білорусі – «Родобел», «Родобел-Т». Ці препарати є ліофілізованими культурами або

пастою, на основі яких готуються робочі розчини для обробки нафтового забруднення. Однак застосування таких препаратів не раціонально в умовах акваторій портів і відкритого моря у зв'язку з неможливістю створення необхідних ефективних концентрацій бактерій-деструкторів вуглеводнів нафти через великі обсяги води, змиву культури з нафтового забруднення при коливаннях і атмосферних опадах. Крім того, зазначені вище бактеріальні препарати не можна застосовувати для ліквідації аварійних розливів нафти в режимі негайного реагування, оскільки для їх приготування

потрібно не менше 2...3-х діб. Застосування більшості з перерахованих вище бактеріальних препаратів на морях (водоймі другої категорії водокористування відповідно до СанПіН 4630-88. Р.) сумнівно з міркувань медико-санітарного характеру [8].

Особливості використання сорбенту «Еколан» для очистки води від нафтопродуктів

В Україні широко використовується високо-ефективний нафтовий сорбент «Еколан», що є екологічно чистим адсорбентом, органомінеральним полідисперсним порошком (від світло-коричневого до темно-коричневого кольору) з високо розвинутою питомою поверхнею, що дозволяє ефективно і швидко видаляти наслідки розливу сирої нафти і продуктів її переробки, а також світлих нафтопродуктів з поверхні відкритих водоймищ, ґрунтів, асфальту, бетону та інших невисмоктуючих поверхонь. Сорбент працює при різних температурах під час проведення екстрених аварійних і планових очисних заходів з подальшим біорозкладанням (біодеградацією сорбованої нафти) при захороненні в ґрунт і перетворенням на гумус.

Нафтосорбент «Еколан» містить наступні

екологічні характеристики:

- має IV клас безпеки і є нетоксичним матеріалом;

- дозволений до застосування в необмежених кількостях для водоймищ різного призначення;

- не викликає порушення екологічної рівноваги в екосистемах і не надає негативної дії на біотиби різних трофічних рівнів;

- не призводить до мутагенезу на генному рівні в об'єктах біосфери;

- є нешкідливим для ґрунтів, а у ряді випадків може служити меліорантом та структуроутворювачем ґрунтів.

Температурний інтервал застосування нафтосорбента «Еколан»:

- для біодеградації сорбованої нафти + 8 °C і більше;

- для збору плаваючої нафти 0 °C і більше;

- для ліквідації замазучених ділянок та збору пролітої нафти з ґрунтів + 4 °C і більше.

За даними екологічних характеристик [9] в таблиці 2 наведено порівняння існуючих методів очистки води від нафтопродуктів та очищення біосорбційним методом за допомогою сорбенту «Еколан».

Таблиця 2

Порівняльна характеристика методів ліквідації забруднень нафтою та нафтопродуктами

Назва методу	Метод ліквідації	Особливості
Механічний	Механічні засоби ліквідації забруднень	Не є екологічним: вимагає відділення нафтопродуктів, вивезення та утилізації відходів. Є малоефективним в складних умовах застосування. Завжди потребує доочищення.
Фізико-хімічний	Нафтопоглинаючі сорбенти	Не екологічний. Призводить до накопичення відходів. Потребує доочищення. Вимагає утилізації.
Мікробіологічний	Внесення біопрепаратів, активація місцевої мікрофлори	Малоефективний при високій концентрації забруднення. Вимагає спеціальних технологій внесення та створення особливих умов для застосування. Висока залежність від температурних умов.
Біосорбційний із застосуванням препарату «Еколан»	Сорбент на якому іммобілізовані штами нафтоокислюючих бактерій	Є повністю екологічним. Не потребує утилізації. Не створює відходів. Універсальний в застосуванні. Менш залежний від температурних погодних і тимчасових умов. Має надзвичайно високу ефективність.

Відмінними рисами сорбенту «Еколан» від сорбентів представлених в даний час на ринку є:

- екологічно чиста, натуральна (на відміну від синтетичних сорбентів) сировина, що має деревну основу;

- здатність до біорозкладання (біодеградація сорбованої нафти і нафтопродуктів) при захороненні в ґрунт з подальшим перетворенням на гумус, в результаті внесення спеціальних добавок у процесі виробництва; час біорозкладання

від 3 до 18 місяців, термін біорозкладання залежить від багатьох чинників: типу ґрунтів, температур, вологості тощо; в умовах позитивних температур (більше 20 °C) швидкість біорозкладання збільшується в 2 рази;

- простота в утилізації (спалювання або захоронення у землю);

- співвідношення «ціна-якість»; вартість сорбенту «Еколан» при наявності здатності до біорозкладання (що є в сучасних умовах безпе-

речною перевагою) на 30...50 % нижча ніж ціна аналогічних сорбентів;

- після застосування сорбенту «Еколан» на водних поверхнях суміш сорбенту з сорбованими нафтопродуктами легко видаляється з поверхні, вода залишається безбарвною, прозорою, при застосуванні в аналогічній ситуації інших сорбентів вода має забарвлений колір, при нанесенні і зборі частина сорбенту з нафти опускається на дно; йде перевитрата сорбенту [10].

При внесенні біопрепарату до забрудненого нафтопродуктами середовища, чисельність популяції мікроорганізмів (бактерій) починає рости, використовуючи як живильне середовище вуглеводні нафти. У природних умовах штами даних мікроорганізмів зберігають свою активність і чисельність популяції на час біодеструкції (ліквідації) вуглеводнів, при зменшенні їх кількості зменшується і їх чисельність. Тому, в результаті повного поглинання нафтопродуктів, бактерії втрачають поживне середовище і відмирають, створюючи на ґрунті гумус, у воді мул. Мікроорганізми також гинуть, якщо знаходяться окремо від носія. Таким чином, виключається можливість такого явища, як інтродукція – мікробне забруднення природного середовища – все це робить зберігання, застосування препарату безпечним (інститут екології і токсикології України ім. Л. Л. Медведя).

Препарат є нетоксичним для теплокровних тварин і людини. Гранично допустима концентрація (ГДК) в повітрі робочої зони за ГОСТом 12.1.005-88 складає 6 мг/м³. Є малонебезпечною речовиною (за ГОСТ 12.1.007-76 «Вредные вещества» відноситься до 4 класу небезпечки). Кінцевим продуктом окислення вуглеводнів є нешкідливі природні речовини (інститут мікробіології НАН України). Біосорбент «Еколан» відповідає всім вимогам чинного санітарного законодавства України. Ціна даного препарату цілком виправдовується його високою ефективністю. Так, за підрахунками фахівців, 1 кг сорбенту нейтралізує 10 кг нафтопродуктів, а вартість очищення 1 м² водної поверхні складе не більше \$5 США [9].

Таким чином, оптимальним і продуктивним способом локалізації аварійних розливів нафти і збору води забрудненої нафтопродуктами серед існуючих методів очищення є використання біосорбційного методу із застосуванням біосорбенту «Еколан», який дозволяє ефективно і швидко видаляти наслідки розливів сирої нафти та нафтопродуктів з поверхні води і ґрунту.

Адже є повністю екологічним, не потребує утилізації та має надзвичайно високу ефективність очищення. Передбачається застосування сорбенту «Еколан» для очищення забруднених нафтою вод з удосконаленням біосорбційного методу ліквідації нафторозливів, що прискорить і полегшить процес локалізації і збору нафтової плями.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Пономарев, В. Г. Очистка сточных вод нефтеперерабатывающих заводов [Текст] / В. Г. Пономарев, Э. Г. Иоакимис, И. Л. Монгайт. – М. : Химия, 1985. – 256 с.
2. Сиротина, Е. Е. Материалы для адсорбционной очистки воды от нефти и нефтепродуктов [Текст] / Е. Е. Сироткина, Л. Ю. Новоселова // Химия в интересах устойчивого развития. – 2005. – № 13. – С. 359-377.
3. Зеленько, Ю. В. Ликвидация экологических последствий транспортных аварий с нефтепродуктами [Текст] / Ю. В. Зеленько. – К. : 2005. – 19 с.
4. Артемов, А. В. Сорбционные технологии очистки воды от нефтяных загрязнений [Текст] / А. В. Артемов, А. В. Пинкин // Вода: химия и экология. – 2008. – № 1. – С. 18-24.
5. Сорбенты: плюсы и минусы основных методов [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://baltsudoserice.com/interesnye-materialy/sorbents-are-the-pros-and-cons.html>
6. Долина, Л. Ф. Современная технология и сооружения для очистки нефтесодержащих сточных вод [Текст] / Л. Ф. Долина. – Д.: Континент, 2005. – 296 с.
7. Аренс, В. Ж. Эффективные сорбенты для ликвидации нефтяных разливов [Текст] / В. Ж. Аренс, О. М. Гредин // Экология и промышленность России. – 2006. – № 2. – С. 30-37.
8. Медицинские аспекты и санитарно-гигиеническая оценка бактериальных препаратов, применяемых для борьбы с нефтяным загрязнением водоемов [Текст] : [сб. науч. статей] / В. И. Соловьев [та ін.]. – Одесса : ОЦНТЭИ, 2001. – С. 195-200.
9. Думанська, Т. У. Біологічні властивості бактерій-деструкторів вуглеводнів нафти: автореф. дис. ... канд. біол. наук / Т. У. Думанська. – К., 2008. – 18 с.
10. Екологія промислових підприємств [Текст] // Проблеми утилізації відходів. – К. : Знання, 2004. – 186 с.

Надійшла до редколегії 11.11.2011.

Прийнята до друку 14.11.2011.

Е. Л. МАТВЕЕВА, Д. А. ДЕМЯНКО, И. А. ОГДАНСКАЯ

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ И ПЕРСПЕКТИВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД

Рассмотрены методы очистки воды от нефти и нефтепродуктов. Представлена сравнительная характеристика сорбентов для ликвидации нефтезагрязнений. Обоснована необходимость использования нефтяного сорбента «Эколан», который позволяет эффективно и быстро удалять последствия разливов нефти и продуктов ее переработки.

Ключевые слова: очистка воды, нефтепродукты, сорбенты, нефтезагрязнения

E. L. MATVEYEVA, D. A. DEMYANKO, I. A. OGDANS'KA

ANALYSIS OF PROBLEMS AND PROSPECTS USING METHODS CLEANING OF OIL CONTAMINATED WATERS

The methods of cleaning water from oil and petroleum products. Submitted comparative characteristics of sorbents to eliminate oil polluted. The necessity of using an oil sorbent "Ekolan" that can effectively and quickly remove the effects of oil spills and processed products.

Keywords: water treatment, petroleum products, sorbents, oil pollution