

УДК 628.3:543-414-032.34/.35(045)

ОЧИЩЕННЯ НАФТОЗАБРУДНЕНИХ СТИЧНИХ ВОД ЗА ДОПОМОГОЮ БІОСОРБЕНТІВ

А. В. Казанок, О. Л. Матвеева, канд. техн. наук, проф.

Національний авіаційний університет

mol@nau.edu.ua

Розглянуто основні методи очищення стічних вод від нафтопродуктів. Детально проаналізовано особливості очищення стічних вод за допомогою біосорбентів. Досліджено ефективність роботи біодеструкторів в умовах змінних фізико-хімічних властивостей нафтовмісних вод. Встановлено, що оптимальною температурою для розвитку і росту мікроорганізмів є температура 28 °С. Найбільш ефективними в дослідженнях активності зростання показали себе мікроорганізми біопрепарату «Еколан-М». Найбільш сприятливим середовищем для активності зростання було визначено забруднення змішаного типу: суміш мінеральної та синтетичної оливи.

Ключові слова: нафтопродукти; біосорбція; біосорбенти; мікроорганізми; біодеструктори.

Considered the basic methods of cleaning water from petroleum products. Analysed the features of wastewater treatment using biosorbents. Explored the effectiveness of work biodestructors in conditions of variable physico-chemical properties of oil contaminated water. Installed that optimal temperature for growth and development of microorganisms is a temperature of 28 °C. The most effective is microorganisms of oil sorbent «Ecolan-M». The chemical composition of the oil products affects the activity of microorganisms. The most favorable environment for the active growth has determined mixed type: the mixture of mineral and synthetic oil.

Keywords: petroleum products; biosorption; biosorbents; microorganisms; biodestructors.

Постановка проблеми

Бурхливий розвиток промисловості зумовлює стрімке погіршення екологічного стану природних водних екосистем, перш за все за рахунок недостатньо очищених промислових стічних вод. Значної шкоди навколишньому природному середовищу надають стічні води, що містять нафтопродукти. Тому на сьогодні вкрай актуальним є завдання розробки ефективних, економічно вигідних та, передусім, екологічно безпечних технологій з вирішення цієї проблеми. Сорбційні (біосорбційні) технології є одним з найперспективніших і прогресивніших напрямів водоочищення, який за правильного підходу дає змогу вирішити це завдання.

Аналіз досліджень і публікацій

У наукових публікаціях провідні фахівці знають, що питання очищення нафтовмісних стічних вод з використанням сорбентів є перспективним і одним з найпріоритетніших [1; 5; 6]. Вирішенню даного питання присвячено багато наукових праць [2; 4; 10], в яких зазначено, що за останні роки було розроблено багато нових сорбційних матеріалів для очищення стічних вод від нафтопродуктів, а також проаналізована ефективність їх використання.

Мета статті — дослідити ефективність роботи біодеструкторів в умовах змінних фізико-хімічних властивостей нафтовмісних вод.

Виклад основного матеріалу

Виробничі стічні води мають полікомпонентний склад і завжди містять окремо або в комп-

лексі різні отруйні і токсичні речовини. Скидання таких стічних вод у відкриті водойми або міські каналізаційні мережі без відповідного очищення недопустимо [2].

Важливе місце займають рідкі відходи — відпрацьовані розчини знежирення, відпрацьовані масла та мастильно-охолоджувальні рідини, що містять продукти нафтоперероблення і органічного синтезу.

Основними джерелами нафтовмісних стічних вод є ділянки гальванічних і хімічних покриттів, механічної обробки, компресорні станції, інші технологічні лінії. Вміст нафтопродуктів у стічних водах коливається від декількох мг/дм³ до десятків г/дм³ [6; 7].

Нафтопродукти є одними з найнебезпечніших компонентів забруднень стічних вод. Вони шкідливо впливають на біохімічні, фізіологічні процеси в організмі біологічних об'єктів [5].

Відомо, що нафтопродукти у воді можуть знаходитися в різних формах: розчиненій, емульгованій, сорбованій на зважених частинках і донних відкладах, у вигляді плівки на поверхні води.

Попадання оливи та нафтопродуктів у природні водойми проявляється у зміні фізичних властивостей води: поява неприємних запахів, присмаків; змінюється забарвлення, поверхневий натяг, в'язкість; відбуваються зміни хімічного складу. Покриваючи найтоншою плівкою величезні ділянки водної поверхні, вуглеводні нафти знижують кількість розчиненого кисню за рахунок зменшення газообміну. Поверхнева плівка,

зменшуючи випаровування води, призводить до порушення теплообміну. Подальше зниження кількості розчиненого кисню пов'язано з біодеградацією вуглеводнів мікроорганізмами [12].

У результаті цих процесів також відбувається нагромадження у воді токсичних для живих організмів продуктів розпаду.

Експериментально доведено, що швидкість нагромадження нафтопродуктів у результаті техногенного забруднення у водних екосистемах далеко випереджає швидкість їх біодеградації природним шляхом, а існуючі технології не справляються з такими забрудненнями швидко й ефективно [5; 10].

Майже всі способи утилізації відпрацьованих нафтовмішувальних розчинів або економічно не ефективні, або не забезпечують необхідний ступінь очищення води й екологічно неприйнятні.

Слід зазначити, що пошук технологічних рішень з очищення води від нафтопродуктів ведеться постійно.

При виборі системи збору та очищення стічних вод керуються такими основними положеннями:

1. Необхідністю максимального зменшення кількості стічних вод і зниження вмісту в них домішок.

2. Можливістю вилучення зі стічних вод цінних домішок та їх подальшої утилізації.

3. Повторним використанням стічних вод (вихідних і очищених) у технологічних процесах і системах оборотного водопостачання.

Маючи дані з витрат стічних вод, їх детальну характеристику, в тому числі і за змістом домішок, а також вимоги до очищеної води, можна відібрати для дослідження кілька методів. На підставі експериментальних досліджень з урахуванням техніко-економічних показників вибирають оптимальний метод очищення стічних вод.

Вибір методу очищення стічних вод підприємств залежить від багатьох факторів: кількість стічних вод різних видів, їхні витрати, можливість і економічна доцільність вилучення домішок зі стічних вод, вимоги до якості очищеної води при її використанні для повторного і оборотного водопостачання та скидання у водоймище, потужність водойми, наявність районних чи міських очисних споруд [10].

Очищення нафтовмісних стічних вод повинно забезпечувати:

1. Максимальне вилучення цінних домішок для використання їх за призначенням.

2. Можливість подальшого застосування очищених стічних вод у технічних процесах.

Відомо що для очищення стічних вод використовують очисні споруди трьох основних типів: локальні, загальні та районні або міські.

Для очищення стічних вод від нафтопродуктів застосовують: механічні; фізико-хімічні; хімічні; біологічні методи.

Механічне очищення стічних вод від нафти та нафтопродуктів використовують переважно як попереднє. Цей метод є найдешевшим, його проводять для виділення зі стічної води нерозчинених грубодисперсних домішок. Недоліком цього методу є те, що механічні пристрої не забезпечують достатню ефективність очищення води від нафти. Оскільки нафта розливається тонким шаром її важко зібрати з поверхні води.

Фізико-хімічне очищення проводиться за допомогою розчинників. Вибірково видаляють небажані компоненти з очищуваного продукту — зі стічних вод видаляються тонкодисперсні і розчинені домішки, руйнуються органічні речовини, які не окиснюються чи погано окиснюються. Недоліком цього методу очищення є утворення та нагромадження відходів, які потребують утилізації, що свідчить про неекологічність. Даний метод також не рекомендується використовувати як самостійний — після нього необхідно доочищення.

Хімічний метод полягає в тому, що у воду додають різні хімічні реагенти, які вступають у реакцію з нафтою і осідають у вигляді нерозчинних осадів. Однак застосування детергентів тільки посилює вражаючу дію нафтової плями, оскільки емульгована нафта легше потрапляє в організм водних мешканців. Тому, цей метод застосовують лише для очищення локалізованої кількості води від нафти, він не є екологічним.

Біологічний метод ґрунтується на мікробіологічному розкладанні нафти за допомогою нафтоокиснювальних бактерій, оптимальна температура для яких становить від 20 до 30 °С. Переваги біологічного методу – можливість видаляти різноманітні органічні сполуки, в тому числі токсичні, проте до недоліків слід віднести високі капітальні витрати, необхідність суворого дотримання технологічного режиму очищення.

На відміну від попередньо розглянутих методів 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 очищення води до будь-якого потрібного рівня, екологічність, не

створює відходів, менш залежний від температурних умов.

Отже, серед існуючих методів очищення води від нафти і нафтопродуктів найдоцільнішим, найбільш перспективним і екологічно чистим є біосорбційний метод. Нині він є практично єдиним методом, який має надзвичайно високу ефективність очищення, не потребує утилізації, універсальний у застосуванні.

Імобілізовані на твердих частках мікроорганізми в найрізноманітніших за конструкцією спорудах — біофільтрах використовуються вже понад століття. Однак тільки в останні роки дві основоположні ідеї: використання мікроорганізмів - деструкторів та їх закріплення на нерозчинних у воді носіях, справили різкий якісний стрибок у біологічному очищенні води [1; 9].

Біосорбенти виглядають як гранули розміром від десятих часток міліметра до декількох сантиметрів, що містять вищезазначені штами мікроорганізмів у живильній захисній оболонці, закріплені на носії, що володіють підвищеною плавучістю [5].

Результати дослідження

Для проведення досліджень щодо вивчення інтенсивності росту мікроорганізмів від температури та дії різних видів нафтопродуктів на швидкість росту мікроорганізмів використовували біосорбенти «Еколан-М», «Еконадін», «Родекс-Т».

«Еколан-М» — відноситься до класу біодеструктивних сорбентів, які локалізують нафтові забруднення і руйнують адсорбовані нафтопродукти біологічним методом. До складу препарату входять активні природні штами бактерій-деструкторів нафти *Acinetobacter calcoaceticus*, *Gordonia rubropertinctus*, *Rhodococcus thropolis*, іммобілізовані на нафтопоглинаючому сорбенті (деревне вугілля) та мінеральні компоненти [9].

«Еконадін» — бактеріальний препарат на основі авірулентних нафтоокиснювальних бактерій. В основі препарату — монокультура гідрофільних бактерій *Pseudomonas fluorescens 2-aB-2256* [3].

«Родекс-Т» — бактеріальний препарат, до складу якого входить асоціація нафтоокиснювальних мікроорганізмів, виділених із природних умов. Біодеструктор виробляють шляхом нанесення на органічний сорбент культуральної рідини, одержаної шляхом мікробіологічного синтезу штаму асоціації нафтоокиснювальних мікроорганізмів *Rodex*.

Дослідження впливу температури 19, 28, 37 °С на розвиток і біодеградацію вуглеводнів нафтоокиснювальними мікроорганізмами показали, що оптимальною температурою для росту і розвитку

мікроорганізмів є температура 28 °С, а мікроорганізми біопрепарату «Еколан» ростуть досить добре при різних температурах, порівняно з мікроорганізмами інших біопрепаратів (рис. 1–3).

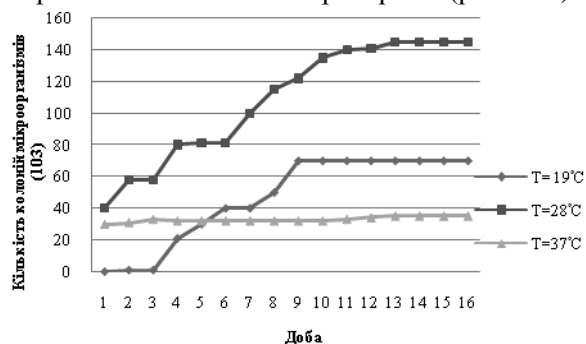


Рис. 1. Залежність інтенсивності росту мікроорганізмів біосорбенту «Еколан-М» від температури

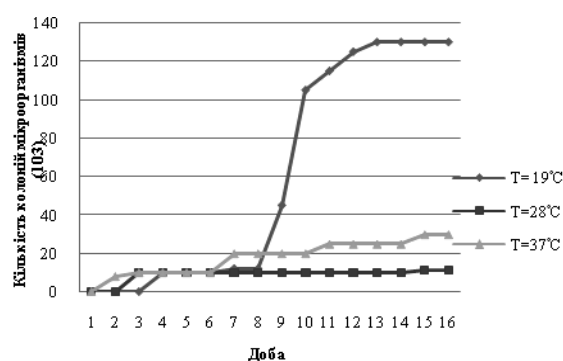


Рис. 2. Залежність інтенсивності росту мікроорганізмів біосорбенту «Родекс-Т» від температури

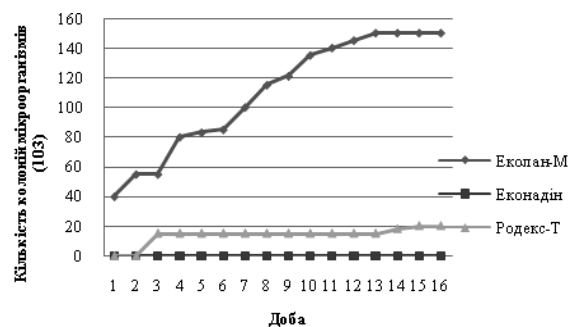


Рис. 3. Порівняльна оцінка росту мікроорганізмів біосорбентів «Еколан-М», «Еконадін», «Родекс-Т» за температури 28 °С

Дослідження дії різних видів нафтопродуктів на швидкість росту мікроорганізмів показали, що найбільш сприятливим середовищем для активного зростання було визначено забруднення змішаного типу: суміш мінеральної та синтетичної оливи (рис. 4–6).

Висновки

Отже, найбільш перспективним, екологічно чистим та найдоцільнішим методом очищення стічних вод від нафтозабруднень є біосорбційний метод.

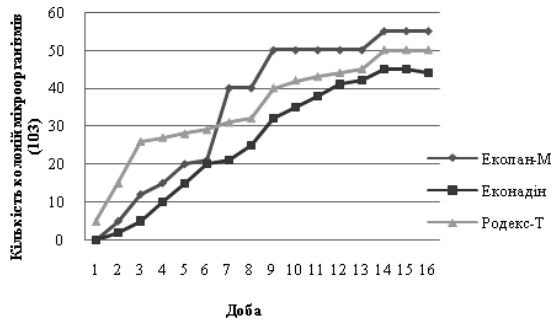


Рис. 4. Порівняльна оцінка росту мікроорганізмів біосорбентів «Еколан-М», «Еконадін», «Родекс-Т» на середовищі з мінеральною оливою

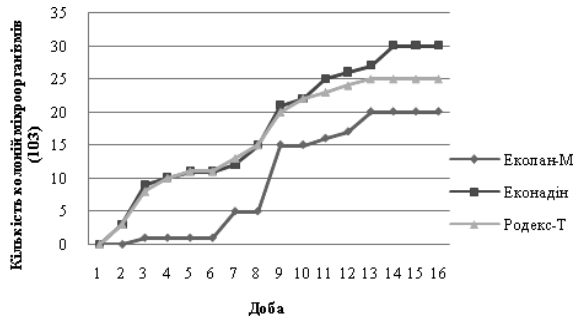


Рис. 5. Порівняльна оцінка росту мікроорганізмів біосорбентів «Еколан-М», «Еконадін», «Родекс-Т» на середовищі з синтетичною оливою

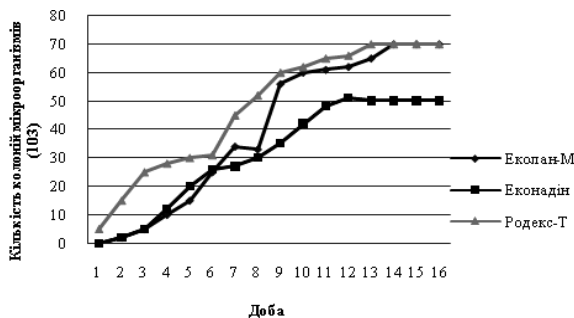


Рис. 6. Порівняльна оцінка росту мікроорганізмів біосорбентів «Еколан-М», «Еконадін», «Родекс-Т» на середовищі з сумішню олив

Експериментально встановлено, що температура 28 °С є оптимальною для розвитку і росту мікроорганізмів, оскільки досліджувана група є мезофільною. Найбільш ефективними показали себе мікроорганізми біосорбенту «Еколан-М». Хімічний склад нафтопродуктів впливає на активність мікроорганізмів і відіграє суттєву роль.

Найбільш сприятливим середовищем було визначено забруднення змішаного типу: суміш мінеральної та синтетичної олив.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Большаков И. А.* Интенсификация биохимической очистки нефтесодержащих сточных вод / И. А. Большаков, В. М. Лысиков, В. М. Ачкасов // Транспорт и хранение нефтепродуктов. — 2004. — № 10. — С. 9–14.

2. *Ветрова А. А.* Биодegradация углеводородов нефти плазмидосодержащими микроорганизмами — деструкторами: дис. на соискание уч. ст. канд. биол. наук: спец. 03.01.06 «Биотехнология» / Ветрова Анна Андреевна. — М., 2010. — 170 с.

3. *Гігієнний висновок* Державної санітарно-гігієнічної експертизи на вітчизняну продукцію Препарат бактеріальний «Еконадін-1», № 50403/2317 від 13.07.2000. — 2 с.

4. *Думанська Т. У.* Біологічні властивості бактерій — деструкторів вуглеводнів нафти: дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.07 «Мікробіологія» / Думанська Тетяна Ульянівна. — К., 2008. — 183 с.

5. *Каменщиков Ф. А.* Нефтяные сорбенты / Ф. А. Каменщиков, Е. И. Богомольный. — Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2005. — 268 с.

6. *Клименко Н. А.* Биосорбция в процессах очистки природных и сточных вод / Н. А. Клименко, Н. Г. Антонюк, Л. В. Невинная и др. // Химия и технология воды. — 2000. — Т. 22. — №1. — С. 37–55.

7. *Климов Е. С.* Природные сорбенты и комплексоны в очистке вод / Е. С. Климов, М. В. Бузаева. — Ульяновск: УлГТУ, 2011. — 201 с.

8. *Матвеева О. Л.* Аналіз проблем та перспектив використання методів очищення на фтормісних стічних вод / О. Л. Матвеева, Д. О. Дем'янюк, І. О. Огданська // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. — 2012. — Вип. (41). — С. 181–186.

9. *Препарат «Еколан»* для очищення середовищ від нафти та нафтопродуктів. — ТУ У 24.6-30572733-005-2004. — [Чинний від 2004-07-21]. — К. — 2004. — 18 с.

10. *Шлекова И. Ю.* Экологическая эффективность биосорбционного способа очистки промышленных сточных вод ОАО «Газпромнефть-ОНПЗ»: дис. на соискание уч. степени канд. биол. наук: спец. 03.00.16 «Экология» / Шлекова Инна Юрьевна. — Омск., 2009. — 145 с.

Стаття надійшла до редакції 11.02.2014