

Удосконалення технології сорбційного очищення нафтовмісних стоків

Л.І. Павлюх

канд. техн. наук
Національний авіаційний
університет

УДК 628.316.12:665.71 (045)

Удосконалено технологію очищення нафтовмісних стічних вод шляхом поліпшення поглинальних властивостей сорбентів на основі рослинних відходів. Представлено вартість технологічних схем очищення стічних вод, забруднених нафтопродуктами.

Усовершенствована технология очистки нефтесодержащих сточных вод путем улучшения поглощающих свойств сорбентов на основе растительных отходов. Представлена стоимость технологических схем очистки сточных вод, загрязненных нефтепродуктами.

Oily wastewater treatment technology is improved through the improvement of the absorptive properties of sorbents based on plant waste. The cost of flowsheets for treatment of wastewaters contaminated with oil products is presented.

Майже всі підприємства нафтогазового комплексу стикаються з проблемами, пов'язаними з очищенням нафтовмісних стоків. Не винятком є і Державний міжнародний аеропорт (ДМА) «Київ» (Жуляни). Застаріле та неефективне очисне обладнання не забезпечує очищення стічних вод від нафтопродуктів до гранично допустимої концентрації 0,05 мг/л [1] (табл. 1).

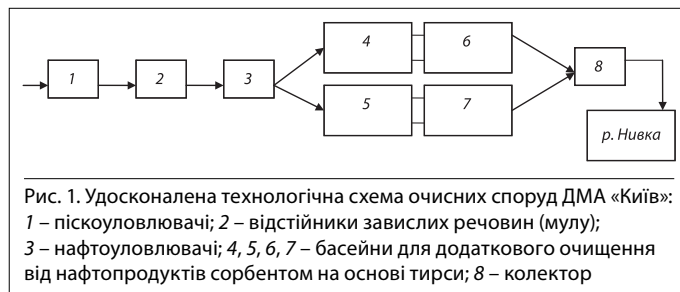
Таблиця 1

Ефективність очищення стічних вод очисними спорудами аеропорту

До очищення, мг/л	Після очищення, мг/л	Ступінь очищення Y, %	Гранично допустима концентрація, мг/л
1,880	0,592	68,5	0,05

У загальному випадку під час вибору технології очищення конкретного стоку визначальними факторами є витрата стоку, вихідна концентрація нафтопродуктів і супутніх забруднень, вимоги до якості очищеної води за всіма забрудненнями, що нормуються. Слід зазначити, що з нафтовмісними стоками від місця утворення до майданчика очисних споруд відбуваються зміни, що суттєво погіршує і ускладнює процес очищення. Таким чином, залежно від вимог до якості очищеної води, а також цілого ряду техніко-економічних показників вибирають технологічну систему очищення, основу якої становить механічна обробка. Під час розробки технологічної схеми, окрім багатокомпонентного складу стічних вод, слід враховувати ще фазово-дисперсний стан і ступінь агрегатної стійкості нафтопродуктів. Під час вибору технологічної системи слід уникати застосування проміжних перекачувань нафтовмісних стоків для попередження додаткового емульгування нафтопродуктів. Тому більш раціональним є використання безнапірних систем очищення.

Метою наших наукових досліджень є удосконалення технології очищення нафтовмісних стічних вод із використанням сорбентів на основі рослинної сировини на прикладі ДМА «Київ» (Жуляни).



Надійне та якісне очищення нафтовмісних стічних вод можливе лише у разі реалізації багатоступневих технологічних схем видалення нафтопродуктів.

На підставі результатів виконаних комплексних досліджень [2–4] ми запропонували удосконалення технології очищення стічних вод, забруднених нафтопродуктами. Запропонована технологічна схема повинна складатися з трьох етапів (рис. 1). На першому етапі за високої концентрації нафтопродуктів передбачено механічне очищення (класичні піскоуловлювачі (1), відстійники (2) та нафтоуловлювачі (3)), за середньої концентрації – глибоке очищення необробленими сорбційними матеріалами рослинного походження (що на сьогодні є відходами) – тирсою або лушпинням соняшнику (басейни 4 та 5) (табл. 2) і на третьому – обробленими за температури 200 °С тирсою або лушпинням соняшнику (басейни 6 та 7) (табл. 3). Для термічної обробки сорбентів на основі рослинної сировини у лабораторних умовах використовували електропіч опору камерну лабораторну СНОЛ 7,2/1100; у промислових умовах – установку SNOL 2250/500.

Таблиця 2

Ефективність очищення нафтовмісних стічних вод необробленими тирсою та лушпинням соняшнику

Сорбент	До очищення, мг/л	Після очищення, мг/л	Ступінь очищення Y, %
Тирса	1,880	1,720	8,5
Лушпиння соняшнику		1,516	19,4

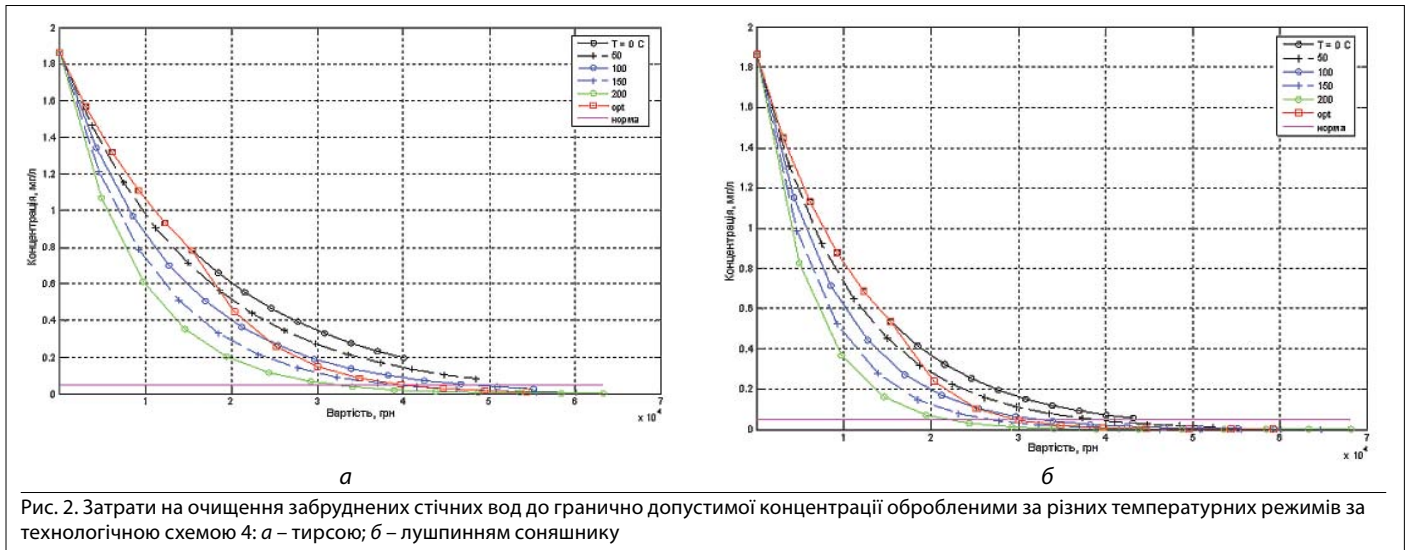


Рис. 2. Затрати на очищення забруднених стічних вод до гранично допустимої концентрації обробленими за різних температурних режимів за технологічною схемою 4: а – тирсою; б – лушпинням соняшнику

Таблиця 3

Ефективність очищення нафтовмісних стічних вод сорбентами на основі тирси та лушпиння соняшнику

Розмір фракції, мм	Параметри обробки		Вихід сорбенту В, %	Після очищення, мг/л	Ступінь очищення Y, %
	час впливу, хв	температура T, °C			
Тирса					
1-3	20	200	89,5	0,932	50,4
Лушпиння соняшнику					
10	20	200	87,6	0,812	56,8

Застосування пісковловлювачів забезпечує первинне відділення зважених речовин мінерального походження внаслідок дії сил гравітації. Потім стічні води надходять до відстійників, де на дно осідає основна частина органічних завислих речовин. На останньому етапі механічного очищення у нафтовловлювачах відбувається розділення води та нафти через різницю їх густин.

Глибоке очищення (до значення ГДК) стічної води забезпечується застосуванням сорбційних матеріалів рослинного походження, зокрема басейнів, наприклад, із тирсою.

Техніко-економічний розрахунок вартості процесу очищення нафтовмісних стічних вод дав нам змогу встановити, що доцільним є використання 5 шарів (65 см) необроблених сорбційних матеріалів рослинного походження та 5 шарів (65 см) – оброблених за температури 200 °C. Відповідно 5 шарів необробленої тирси засипають до 4 і 5 басейнів та 5 шарів обробленої – до 6 та 7 басейнів (див. рис. 1).

Після проходження нафтовмісної води об'ємом 165,5 м³ за рік через необроблену тирсу (4 та 5) концентрація нафтопродуктів у ній знижується удвічі (рис. 2, а). Здатність поглинати сорбент повністю не втрачається (табл. 4), тому заміну сорбенту в басейнах можна проводити раз на рік, що зменшує необхідні об'єми сорбенту. Частоту заміни сорбенту визначають на основі контролю за концентрацією нафтопродуктів у стічних водах після проходження через басейни 4 та 5; 6 та 7. З метою забезпечення безперервного процесу очищення забруднених стоків нами запропоновано басейни 4, 6 та 5, 7 розташовувати паралельно (див. рис. 1). У випадку заміни відпрацьованого сорбен-

ту, наприклад у басейнах 4 та 6, зможуть працювати відповідно 5 та 7, що забезпечуватимуть необхідне очищення.

Таблиця 4

Ефективність очищення необробленою та термообробленою тирсою після повторного використання

До очищення, мг/л	Після очищення, мг/л		Ступінь очищення Y, %	
	необроблена (20 °C)	оброблена (200 °C)	необроблена (20 °C)	оброблена (200 °C)
1,880	1,683	0,932	10,5	50,4
	1,743	1,100	7,3	41,5
	1,872	1,312	0,4	30,2

Нижче, у табл. 5, подано порівняльний аналіз (за вартістю) п'яти запропонованих технологічних схем.

Оптимальною є технологічна схема 4, оскільки вартість процесу очищення є найнижчою та становить 39 600 та 29 800 грн для тирси та лушпиння соняшнику відповідно. Кількість шарів сорбенту, що використовують при цьому, дорівнює 10, тобто, як було сказано вище, складається з 5 – необробленої сировини та 5 – обробленої за температури 200 °C.

Для порівняння п'яти запропонованих технологічних схем очищення щодо вартості процесу було побудовано графіки-номограми (див. рис. 2), що відображають зміну концентрації нафтопродуктів у стічних водах об'ємом 165,5 м³ (річна витрата аеропорту) залежно від укладених коштів (у координатах: концентрація – вартість) за різних температур обробки сорбенту для всіх вищезазначених технологічних схем очищення. Точками на графіках показано відповідні досягнуті значення концентрації та затрати під час проходження нафтовмісних стоків через кожен шар сорбенту висотою 13 см до досягнення значення ГДК нафтопродуктів у стічних водах 0,05 мг/л, що відмічено на рисунках лінією малинового кольору. Точки перетину кривих концентрації нафтопродуктів із цією лінією по шкалі абсцис відповідають вартості зазначених технологій.

Пошук оптимальної технології очищення стічних вод на приведених графіках-номограмах зниження концентрації нафтопродуктів із відповідними затратами для різних умов температурної обробки сорбенту є типовою задачею динамічного

Таблиця 5

Вартість технологічних схем очищення стічних вод, забруднених нафтопродуктами

№ технологічного варіанта	Технологічна схема	Затрати, грн		У т.ч. затрати на термообробку тирси/лушпиння соняшнику, %	Затрати на очищення не термообробленою тирсою, грн	У т.ч. затрати на термообробку тирси, %	Затрати на очищення термообробленою тирсою, грн	У т.ч. затрати на термообробку, %
		5(20 °C)+ 5(200 °C) шарів						
		тирса	лушпиння соняшнику					
1	Без вартості утилізації сорбенту	43 100	30 800	54/52	52 200	0	40 300	58
2	Без вартості сорбенту*	58 700	43 200	40/37	84 150	0	50 500	46
3	Усі витрати	84 100	63 500	28/25	136 400	0	67 300	35
4	Без вартості сорбенту, із заміною термообробленого сорбенту раз/рік*	39 600	29 800	29/27	63 100	0	32 000	37
5	Усі витрати і заміна термообробленого сорбенту раз/рік	58 600	45 000	20/18	102 300	0	44 600	26

* На більшості підприємств деревообробної промисловості тирса є безкоштовним матеріалом, витрат потребує лише її перевезення.

програмування, у якій розглядається процес послідовного вибору шарів сорбенту з різною термообробкою для мінімізації загальної вартості та вкладених у технологічний процес коштів. Як показують розрахунки, найкращим для усіх представлених технологічних схем є варіант, коли в усі басейни завантажено термооброблену тирсу. Але процес термообробки досить трудомісткий, і є технологічна схема, у якій загальні затрати дещо вищі, але об'єм термообробленої тирси наполовину менший. За цією технологічною схемою перші басейни заповнюються необробленою тирсою, а інші – обробленою. На рис. 2 цей варіант показано червоним кольором. Слід також зазначити, що зі збільшенням затрат на термообробку відносно затрат на необроблену тирсу цей варіант технології буде оптимальним.

Тому для того, щоб досягти значення ГДК для нафтопродуктів (0,05 мг/л), оптимальним є використання 10 шарів сорбенту: 5 шарів необробленої сировини та 5 шарів сировини, обробленої за температури 200 °C (точка перегину оптимальної кривої, зображеної червоним кольором, та прямої гранично допустимої норми, яку зображено малиновим кольором та розміщено паралельно осі абсцис).

Альтернативою використанню 10 шарів сорбенту на основі тирси та лушпиння соняшнику є використання 21 шару необроблених рослинних відходів або 7 шарів, оброблених за температури 200 °C, для досягнення значення ГДК нафтопродуктів у стічних водах.

На сьогодні не до кінця вивченим є питання щодо утилізації та регенерації відпрацьованих сорбційних матеріалів. Такі матеріали після зневоднення, як правило, вивозять на полігони промислових відходів, що є економічно не обґрунтованим.

Регенерація сорбентів на основі рослинної сировини хімічними методами не доцільна, оскільки вимагає затрати великої кількості реагентів, а також стає проблемою подальшої переробки відходів, що утворилися. З цього боку представляє інтерес термічна переробка сорбентів із залишковим вмістом нафтопродуктів. Утилізацію відпрацьованих сорбентів здійснювали шляхом спалювання у стаціонарній котельні на території заводу 410-ЦА, розташованій на відстані не більше ніж 2 км від очисних споруд аеропорту. Газоаналізатор, що використовувався для контролю продуктів горіння, не зафіксував понаднормових значень. З метою попередження забруднення атмосфери перспективним є використання термokatалітичних

процесів та полімерних компонентів, але цей аспект проблеми вимагає подальших додаткових досліджень.

Запропоновану технологічну схему можна взяти за основу для розробки схем очищення нафтовмісних стоків багатьох підприємств нафтової галузі.

Отже, результатом наукового дослідження є вирішення науково-прикладної проблеми удосконалення технологій очищення нафтовмісних стічних вод шляхом поліпшення поглинальних властивостей сорбційних матеріалів із вітчизняної сировини, що являє собою екологічно безпечний технологічний процес та забезпечує раціональне використання природних ресурсів, дотримання нормативних вимог щодо шкідливих впливів на довкілля.

Список літератури

1. **Вода** питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством: ГОСТ 287482. – [Действ. от 1985–01–01]. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1988. – 69 с.
2. **Павлюх Л. І.** Перспективи використання сорбентів на основі рослинної сировини для очищення стічних вод від нафтопродуктів / Л.І. Павлюх, С. В. Бойченко // Нафт. і газова пром-сть. – № 3. – 2011. – С. 54–56.
3. **Павлюх Л.І.** Удосконалення технології очищення нафтовмісних стічних вод сорбентами рослинного походження : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 21.06.01 – екологічна безпека / Л.І. Павлюх. – К., 2012. – 23 с.
4. **Пат. 72785** Україна, МПК С 02 F 103/00 (2006.1). Спосіб очищення нафтовмісних стічних вод / Павлюх Л.І., Бойченко С.В. ; власник патенту Національний авіаційний університет. – № u 2012 02438; заявл. 01.03.12; опубл. 27.08.12, Бюл. № 16.



Автор статті

Павлюх Леся Іванівна

Кандидат технічних наук, доцент кафедри екології Інституту екологічної безпеки Національного авіаційного університету. Освіта за фахом – інженер (спеціальність технології та технологічне обладнання аеропортів). Наукові дослідження пов'язані з сорбційним очищенням нафтовмісних стічних вод.