

ОЧИЩЕННЯ СТОКІВ НАФТОПЕРЕРОБНОГО ОБ'ЄКТА

Челядин Л.І. *, Мандрик О.М. *, Челядин В.Л. **, Богославець М.М. ***

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна, chelyadyn@ukr.net;

**Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України;

***ПАТ «Нафтохімік Прикарпаття».

The methods and equipment of reduce pollution by sewage are described. Experimental study on treatment of wastewater from oil and on their basis the equipment - thin-layer tank, filter-adsorber that allow you to increase the degree of effluent to 75-85%, which will reduce emissions into the environment.

Вступ

Одним з основних факторів впливу на забруднення довкілля та екологічну безпеку є скид стічних вод у природні водні ресурси, оскільки вони вміщують небезпечні компоненти. Стічні води, що утворюються на різних об'єктах очищаються від забруднень недостатньо, що приводить до забруднення водних ресурсів, а значить відбувається забруднення довкілля і є сучасною проблемою.

Найбільш поширеним забрудником стічних вод є нафтопродукти (н/п), які попадають в природне водне середовище різними шляхами. Наприклад, внаслідок фонтанування свердловини при закінченні процесу буріння, аварій на водному транспорті при перевезенні танкерами, у результаті аварійних ситуацій з проливання нафтопродуктів та в процесах нафтопереробки.

Згідно даних [1], в Україні у 2010 р. кількість «недостатньо» очищених вод, які були скинуті у водні об'єкти, склала 2555 млн. м³, що підтверджує недостатню потужність існуючих очисних споруд та їх низьку ефективність. Огляд публікацій і патентних даних [2–4] з очищення стічних вод та конструкцій устаткування показав, що в основному використовуються земляні відкриті відстійники та біологічна очистка, яка є енергоємною. Такі очисні споруди займають великі території, а ступінь очищення невисока 35-50% від завислих і ще менша від н/п, які значно впливають на забруднення водних ресурсів та атмосфери.

Для більш ефективного очищення стічних вод від н/п використовують технології очищення стічних вод [5–7], які включають стадію фільтрування стічної води (відокремлення завислих частинок) через різні типи пористих перетинок, що відрізняються за хімічним складом та мають різні розміри частинок фільтруючого матеріалу і його пористість. На деяких нафтопереробних заводах (НПЗ) використовують локальні установки очищення з окремих виробництв, але, в основному, існують механічне та біологічне очищення стічних вод після змішування вод 1 і 2 каналізаційних систем.

Для очищення стічних вод НПЗ в основному використовують біологічний (БХО) метод, що проявляє високу активність при певних показниках стічної води: рН – 5,5-8,5, температура – з 20 до 35°C, вміст O₂ – не менше 1-2мг/дм³, який забезпечується повітродувками, що використовують потужні електроустановки.

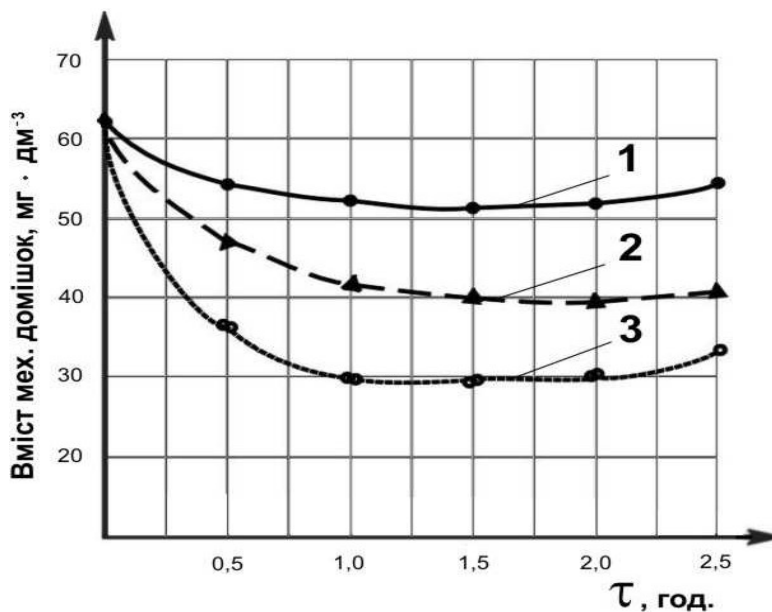
Враховуючи дороговизну електроенергії такий метод очищення є економічно не вигідним. Методи фізико-хімічного очищення для НПЗ використовують не часто.

Експериментальні дослідження

Для досліджень використовували стічні води ПАТ "Нафтохімік Прикарпаття," що вміщують н/п – 15,1-24,2 мг/дм³ при допустимому – 1,0 мг/дм³, сульфідів – 2,5-3,5 мг/дм³ за допустимого 0,5 мг/дм³, а тверді домішки – 7-132 мг/дм³. Визначення вмісту інгредієнтів у стічних водах проводили з використанням методик [8], а розрахунок ступеня очищення від н/п за формулою

$$\alpha, \% = \frac{C_k - C_n}{C_n} \times 100, \text{ де } C_n - \text{початкова концентрація інгредієнта, а } C_k - \text{кінцева.}$$

Для зменшення негативного впливу на довкілля від зливу забруднених стічних вод дослідники [7-11] пропонують тонкошарові відстійники, які проявляють значно вищу ефективність та займають в 100 раз меншу площу. Встановлено [10], що основний вплив на ефективність їх роботи мають такі конструктивні елементи: довжина і висота похилих площин, їх площа, діаметр вхідного патрубку. Однак вплив кута нахилу площин до напрямку потоку не встановлено. Дослідження на першому етапі проводили таким чином. З сировинної ємності стічна вода поступає у змішувач в який додавали коагулянт $Al(OH)_2Cl$ з розрахунку 5 мл на дм³ води, яка проходила через відстійник протягом 2,5 годин у кількості до 10 дм³. Очищення стічних вод від завислих за допомогою горизонтального відстійника з похилими площинами (ПП) і з додаванням коагулянта показана на рис.1.



- - 1 - горизонтальний відстійник, Δ - 2 - горизонтальний відстійник з ПП та ∞ - 3 - горизонтальний відстійник з ПП і додаванням коагулянта

Рисунок 1 – Зміна кількості відділення механічних домішок від часу очищення стічних вод через

На основі проведених досліджень та одержаних результатів з очищення стічних вод розроблено тонкошаровий відстійник з новими елементами, які дають змогу підвищувати ефективність очищення стічних вод за рахунок регулювання кута нахилу похилих площин, що випробуваний у промислових умовах на реальних стічних водах, і описаний у патенті [11–14].

Результати досліджень з очищення стічних вод у цьому відстійнику від завислих (мех. домішки) приведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати очищення стічних вод в тонкошаровому відстійнику

Показники Проба стічної води		Показники стічних вод до очищення, мг/дм ³		Кут нахилу похилих площин α , град.	Показники стічних вод після очищення, мг/дм ³		Ступінь очищення, %	
		Завислі	Нафто- продукти		Завислі	Нафто- продукти	Завислі	НП
1	НПЗ	7,61	10,52	0	2,81	3,62	63,0	65,6
2	НПЗ	7,61	10,52	30	1,51	2,19	84,1	76,1
3	НПЗ	10,3	6,35	45	1,85	1,05	82,7	83,5
4	НПЗ	8,78	7,41	60	1,63	2,16	81,5	89,1
5	НГДУ	22,3	1,23	0	6,64	0,56	70,2	54,5
6	НГДУ	21,4	0,95	50	2,15	0,32	89,9	70,4
7	НГДУ	22,3	1,23	60	2,33	0,72	89,5	73,9
8	НГДУ	18,7	1,12	70	2,21	0,28	88,2	75,0

Для зменшення вмісту н/п і сульфідів у стічній воді провели дослідження з апробації можливості очищення стічних вод вуглецевомінеральними матеріалами (ВММ), які одержані з техногенної сировини згідно технології, яка описана в [10] і характеристика яких наведена в таблиці 2.

Таблиця 2 – Показники ВММ для очищення стічних вод від нафтопродуктів

№ партії ВММ	Насипна густина, кг/м ³	Фракція гранул, мм	Питома поверхня, м ² /г	Пористість, см ³ /г
11	620	3-5	12,4	0,78
24	656	5-10	12,0	0,81
135	635	10-15	12,1	0,54

Технологічні дослідження стічних вод НПЗ з участю ВММ проводили наступним чином. ВММ вагою 200 г поміщали в 3 сорбційні колонки, Методика проведення досліджень на другому етапі аналогічна першому, що описаний вище – через відстійник з похилими площинами і додаванням коагулянта з наступною фільтрацією через ВММ різних фракцій: 1 – колонка завантажена фракцією розміром гранул до 3-5 мм, 2 – фракцією 6-10 мм, а 3-тя – 11-15 мм. Через колонки пропускали стічну воду знизу угору із вмістом нафтопродукта 2,0-7,0 мг/дм³. Після досягнення проскоку завислих (збільшення на виході з колонки) через наважку з ВММ, проводили регенерацію фільтруючої наважки, збільшуючи швидкість потоку води через колонку (0,1 дм³/с) з наступним продовженням процесу. Результати досліджень приведено у таблиці 3.

Третій етап досліджень включав очищення стічних вод методом фільтрації через ВММ в двох напрямках потоку води у колонці – зверху вниз і знизу угору (табл. 4) за методикою, що використовували в другому етапі.

На основі результатів досліджень розроблено фільтр-адсорбер для очищення стічних вод, опис якого детально приведено в [14].

Таблиця 3 – Характеристика стічних вод до та після очищення

Показники проби							
№ проби	ВММ		до очищення, мг/дм ³		після очищення, мг/дм ³		Ступінь очищення н/п (α), %
	фр-ція, мм	термо-обробка, °С	мех. домішки	н/п	мех. домішки	н/п	
1	3-5	700	50,2	2,2	12,3	0,2	90,9
2	6-10	700	50,2	2,2	14,1	0,15	93,2
3	11-15	700	50,2	2,2	18,3	0,25	89,0
4	3-5	900	93,6	3,6	24,5	0,15	95,8
5	6-10	900	98,6	3,6	21,8	0,1	94,4
6	11-15	900	98,6	3,6	28,2	0,25	93,0
7	3-5	1100	132,5	6,4	45,3	0,45	92,9
8	6-10	1100	132,5	6,4	50,1	0,5	92,2
9	11-15	1100	132,5	6,4	55,2	0,55	91,4

Таблиця 4 – Показники стічної води за різних напрямків фільтрування

№ колонки, фракція ВММ	№ проби води	Вміст інгредієнтів до очищення, мг/дм ³			Фільтрація зверху-вниз, після очищення, мг/дм ³				Фільтрація знизу-вгору, після очищення, мг/дм ³			
		н/п	завислі	H ₂ S	н/п	завислі	H ₂ S	αH ₂ S, %	н/п	завислі	H ₂ S	αH ₂ S, %
1 фр. Ø (2-4мм)	1	12,6	15,3	2,5	2,5	6,1	0,25	90,0	2,1	5,4	0,2	92,0
	2	15,3	20,6	3,0	3,6	7,2	0,52	82,7	3,0	6,2	0,28	90,7
	3	18,2	35,3	3,6	4,2	8,0	0,43	88,1	3,8	6,8	0,39	89,2
2 фр. Ø (5-7мм)	1	12,6	15,3	2,5	3,6	7,1	0,42	83,2	2,4	6,3	0,21	91,6
	2	15,3	20,6	3,0	4,0	8,2	0,56	81,3	3,2	6,8	0,3	90,0
	3	18,2	35,3	3,6	5,1	8,5	0,63	0,825	4,0	7,3	0,42	88,3

Висновки

1. Згідно результатів проведених досліджень очищення стічних вод НПЗ встановлено, що найбільш ефективно стічні води можна очищати, використовуючи метод, згідно якого вода спочатку змішується з коагулянтном, а потім протікає через відстійник з похилими площинами з наступним доочищенням гранулами ВММ.

2. Відстійник з похилими площинами дозволяє зменшувати площі землі для попереднього очищення площі відстійників, а ступінь очищення стічних вод збільшувати до 50,4-54,8%.

3. Ефективне очищення від механічних домішок, нафтопродуктів і H_2S необхідно проводити вод фільтрування з напрямом знизу-угору на ВММ фракцією діаметром 2-7 мм, оскільки ступінь очищення від механічних домішок при такому методі загалом зростає з 66,1% до 82,3%, а ступінь очищення від сірководню збільшується до 88,3-92,0%.

Список літератури

1. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод / А.К. Запольский, Н.А. Мішкова-Клименко, І.М. Астрелін [та інші]. – К.: Лібра, 2000. – 552 с.
2. Довкілля України: статистичний збірник – Київ, 2008. – С. 48–138.
3. Шевченко, Т.В. Очистка сточных вод нетрадиционными сорбентами / Т.В. Шевченко, М.Р. Манзий, Ю.В. Тарасова // Экология и промышленность России. – 2003. – январь. – С. 35–38.
4. Sarbak, Z. Porous structure of waste fly ashes and their chemical modifications / Z. Sarbak, Kramer-Wachowiak // Powder Technology. – 2002. – P. 53–58.
5. Гляденев, С.Н. Очистка сточных вод: традиции и новации / С.Н. Гляденев // Экология и промышленность России. – 2001. – № 2. – С. 15–17.
6. Vieira, C.M.F. Incorporation of solid wastes in red ceramics – an updated review / C.M.F.Vieira, S.N. Monteiro // Revista Matéria. – V. 14. – N. 3. – 2009. – P. 881–905.
7. Рудник, М.И. Конструкторские и технологические особенности оборудования «ИНСТЭБ» для очищения сточных вод / М.И. Рудник, О.В. Кичигин // Сотрудничество для решения проблемы отходов: материалы V- Научно-техническая конференция. – Харьков, 2008. – С. 250–252.
8. Лурье, Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод / Ю.Ю. Лурье. – М., 1984. – 448 с.
9. Лукашевич, О.Д. Экологические аспекты очищения воды фильтрованием / О.Д. Лукашевич // Экология промышленного производства. – 2005. – С. 31–33.
10. Челядин, Л.І. Дослідження впливу конструктивних елементів тонкошарового відстійника на ефективність їхньої роботи та екобезпеку об'єкта / Л.І. Челядин, В.П. Лісафін, В.Л. Челядин // Науковий вісник Львівського національного лісотехнічного університету України. – 2009. – № 19.7. – С. 111–117.
11. Шевчук, Е.А. Технология прямоточного фильтрования природных и сточных вод через зернистые загрузки / Е.А. Шевчук, А.В. Мамченко, В.В. Гончарук // Химия и технология воды. – 2005. – № 4. – С. 369–384.
12. Челядин, Л.І. Екологічні та хіміко-технологічні аспекти утилізації та модифікації техногенних матеріалів / Л.І. Челядин // Вопросы химии и химической технологии. – 2000. – № 1. – С. 250–252.
13. МПК В 01 D 25/00. Тонкошаровий відстійник для очищення вод: пат. 5740 Україна / Л.І. Челядин, М.В. Лігоцький, В.Л. Челядин, Б.Й. Ружицький; патентовласник Л.І. Челядин, М.В. Лігоцький, В.Л. Челядин, Б.Й. Ружицький – № 2004086748; заявл. 12.08.04; опубл. 15.03.05, Бюл. № 3. – 3 с.
14. Фільтр-адсорбер: пат. 27668 Україна МПК В 01 D 35/02 / Л.І. Челядин, Я.М. Дрогомирецький, В.Л. Челядин, М.Р. Скробач, М.М. Богославец; заявник і патентовласник Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу. – № 200707240; заявл., 27.06.07; опубл. 12.11.07. – Бюл. № 12. – 3 с.