

фізико-хімічного складу // Вісник НУВГП: Зб. наук. праць. Вип. 3(47). – Рівне, 2009. – С.181-191.

*Получено 11.01.2010*

УДК 628.32

С.Ю.НИКУЛІН, канд. техн. наук

*Харківська національна академія міського господарства*

Н.Г.ОНИЩЕНКО

*Харківський державний технічний університет будівництва та архітектури*

## **ПРОМИСЛОВІ ВИПРОБУВАННЯ МОДУЛЬНОГО ПРИСТРОЮ КОМБІНОВАНОЇ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД**

Обґрунтовано необхідність подальшого удосконалення обладнання для очистки стічних вод від диспергованих нафтових забруднень і грубо-, дрібнодиспергованих завислих частинок. Наведено конструкцію розробленого удосконаленого модульного пристрою, що включає тонкошаровий нафтоуловлювач з еластичними поліетиленовими каналами, який поєднаний з блоками коалесцентного фільтру. Виконано технологічні випробування удосконаленого модульного пристрою в промислових умовах на стічній воді мийки цистерн вагонного депо та оцінка отриманих результатів.

Обосновано необходимость последующего усовершенствования оборудования для очистки сточных вод от диспергированных нефтяных загрязнений и грубо-, мелкодисперсных взвешенных частиц. Приведена конструкция разработанного усовершенствованного модульного устройства, которое включает тонкослойный нефтеуловитель с эластичными полиэтиленовыми каналами, объединенный с блоками коалесцентного фильтра. Выполнены технологические испытания усовершенствованного модульного устройства в промышленных условиях на сточной воде мойки цистерн вагонного депо и оценка полученных результатов.

The ground of necessity of subsequent improvement of equipment is carried out for sewers waters treatment from dispense oil contaminations and rough-, finelydispense weighed particles. Construction of the developed improved module device is resulted. The device includes thinlayer oiltrap with elastic polyethylene's channels, incorporated with the blocks of coalescence filter. The technological tests of the improved module device are executed in industrial terms on sewer water washings of cisterns of carriage depot and estimation of the got results.

*Ключові слова:* дисперговані нафтові забруднення, грубо-, дрібнодисперговані завислі частинки, вдосконалений модульний пристрій, тонкошаровий нафтоуловлювач, коалесцентний фільтр, технологічні випробування, стічна вода, миття цистерн, вагонне депо.

Актуальною проблемою в сучасних умовах є розробка і впровадження ефективних компактних пристроїв невеликої (1-25 м<sup>3</sup>/год) продуктивності у зв'язку з великою кількістю джерел утворення подібних стічних вод від невеликих виробничих ділянок або міні цехів. Особлива увага повинна приділятися пристроям, які можуть забезпечити локальне очищення стічних вод на власних спорудах малих під-

приемств до скиду в господарчо-промислово каналізацію міст.

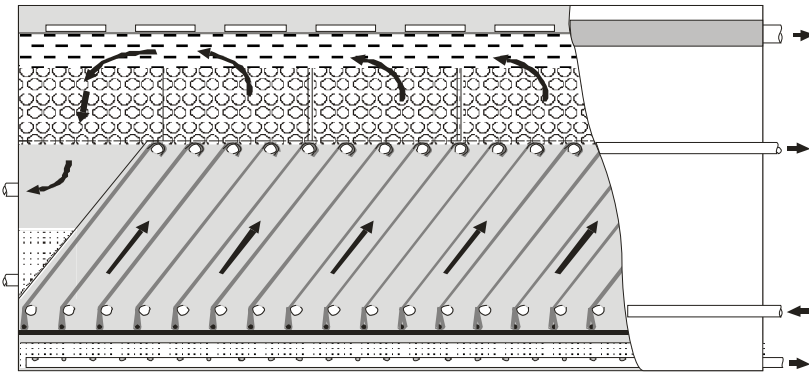
Для вилучення домішок із стічних вод застосовуються різні технологічні засоби та пристрої: відстоювання важких часток у відстійниках [1, 2], спливання вверху легких завислих часток нафтопродуктів у нафтоуловлювачах, фільтрування через фільтри із зернистим завантаженням, коалесценція дрібних та емульсованих нафтопродуктів часток нафти в коалесцентних фільтрах [3], сорбція емульсованих нафтопродуктів на нафтові краплини в коалесцентних фільтрах та ін.

Ефективними пристроями для очистки стічних вод від диспергованих нафтових забруднень і великих завислих часток є тонкошарові відстійники, фільтри із зернистим завантаженням, а також різні флотаційні пристрої.

Задачу підвищення ефективності очистки води від нафтозабруднень і завислих часток можна вирішити шляхом створення модульного пристрою для ефективної комбінованої очистки нафтовміщуючих стічних вод, які забруднені грубодиспергованими важкими завислими частиками, в якому сумішуються процеси тонкошарового відстоювання більш великих нафтових частинок у тонкому шарі і сепарації з ефектом коалесценції більш мілких, у тому числі емульгованих, нафтових умовних краплин і завислих часток при фільтрації води через плаваюче завантаження, забезпечення рівномірного розподілу потоків води проміж тонкошаровими елементами системою розподільних труб і за рахунок гідравлічного опору плаваючого завантаження.

Нами розроблено конструкцію компактного комбінованого пристрою, яка дозволяє здійснити ефективну очистку стічних вод від грубо-, дрібнодиспергованих завислих речовин, нафтопродуктів та емульгованих нафтопродуктів. Принцип дії пристрою включає попереднє відстоювання і потім малоенергетичне фільтрування. Конструкція пристрою передбачає об'єднання тонкошарового нафтоуловлювача з еластичними поліетиленовими каналами утвореними з гнучких поліетиленових плівок, з блоками коалесцентного фільтру заповнених плаваючим зернистим завантаженням. Завдяки послідовному розміщенню по ходу течії стічної води, що очищується, за тонкошаровим коалесцентним нафтоуловлювачем, зернистого поліетиленового або полістирольного коалесцентного фільтра, забезпечується ефект коалесценції між спливаючими в тонкошаровому каналі частками нафтозабруднень і поліетиленою плівкою, а також забезпечується ефективне сповзання вверху нафтових забруднень за рахунок гнучкості та гладкості поліетиленої плівки, яка утворює тонкошарові канали, і тим самим недопущення залипання тонкошарового простору завислими частками і частками нафтозабруднень.

На рисунку наведено ескіз розробленої конструкції модульного пристрою комбінованого очищення стічних вод.



Ескіз конструкції модульного пристрою комбінованого очищення стічних вод

В пристрої потік розподіляється по тонкошарових проміжках, використовується зернисте фільтруюче завантаження для досягнення ефекту коалесценції у товщі завантаження. Для створення тонкошарових каналів застосовується еластична поліетиленова плівка натягнута на збірно-розподільну систему, а у верхній частині пристрою встановлено фільтрувальні коалесцентні блоки трапецієвидної форми з плаваючим зернистим завантаженням.

Утворення тонкошарових каналів за рахунок натягнення її на збірно-розподільну систему дозволяє: по-перше, зменшити металоємність пристрою за рахунок використання в якості конструктивного жорсткого елемента натягнення плівки труб збірно-розподільної системи; по-друге, дозволяє відокремити кожний канал від інших з використанням індивідуальних трубопроводів по підводу та відведенню стічних вод до/з кожного каналу. Останнє дозволяє підвищити ступінь очищення води за рахунок можливості диференційованого підходу до експлуатації окремих тонкошарових каналів і блоків коалесцентних фільтрів відносно індивідуального змінення питомого навантаження стічних вод на кожний канал і вибору часу для інтенсивного індивідуального очищення кожного каналу та блоку фільтрів залежно від ступеня їх забруднення.

Примикання зверху до тонкошарових каналів встановлених блоків коалесцентних фільтрів, в яких розміщено плаваюче зернисте завантаження, дозволяє забезпечити: з одного боку, опір достатнього рівня для підвищення ефекту коалесценції дрібнодиспергованих і ему-

льсованих краплин нафтопродуктів у фільтруючому завантаженні; з другого – опір достатнього рівня для запобігання проникнення грубо-диспергованих нафтопродуктів у тіло фільтруючого завантаження, їх накопичення у верхній частині каналів під фільтрами та видалення в міру необхідності з пристрою за допомогою трубопроводу збірно-розподільної системи. Це дозволяє підвищити ступінь очищення стічних вод від емульсованих нафтопродуктів, збільшити термін між промивками каналів та регенераціями блоків фільтрів і таким чином поліпшити експлуатаційні показники пристрою.

Технологічні випробування розробленого модульного пристрою було виконано в промислових умовах на стічній воді мийки цистерн вагонного депо від нафтопродуктів (пропарка, гідрозмив). До складу забрудненої стічної води входили завислі речовини, грубо- та дрібно-дисперсні мастила.

Стічну воду подавали на модульній пристрій під тиском 0,1÷0,2 МПа. Вихідна стічна вода, яку подавали для очищення, містила:

- завислі речовини з крупністю частинок (в масовому співвідношенні): 0,1÷1,0 мкм (13%); 1,0÷5,0 мкм (39%); 5,0÷10,0 мкм (20%); 10,0÷40,0 мкм (21%); 40,0÷100,0 мкм (7%) і концентрацією 21,0÷160,0 мг/л;

- нафтопродукти (мастила) з крупністю умовних краплин (в масовому співвідношенні): 0,1÷1,0 мкм (15%); 1,0÷5,0 мкм (10%); 5,0÷10 мкм (10%); 10÷20,0 мкм (32%); 20,0÷100,0 мкм (33%) і концентрацією 2,5÷57,0 мг/л.

Очищену воду аналізували та скидали в міську каналізацію.

Результати промислових випробувань наведено в табл.1. В досліді №I таблиці наведено осередковані результати випробувань запропонованого модульного пристрою, в досліді №II результати випробувань щодо очищення води послідовно: в двухсекційному тонкошаровому нафтоуловлювачі; типовому коалесцентному фільтрі конструктивно аналогічному фільтру фірми “Дегремонт”.

Отримані результати випробувань свідчать про досить високу ефективність (78-93% за завислими речовинами, 78-91% за нафтопродуктами) удосконаленого модульного пристрою. Таким чином, доведено можливість його використання як в техніці очищення промислових стічних вод, так і для умов підготовки технічної (підживлювальної) води для промислових підприємств, що містять механічні забруднення, в тому числі ~ до 62% вискодисперсних (0,1÷5,0 мкм) завислих (твердих) частинок і до ~ 20% емульгованих і розчинених (з умовним розміром краплин 0,1÷1,0 мкм) фракцій мастил.

Таблиця 1 – Результати експериментів

№ досліджу	№ експерименту	Технологічні показники							
		залишковий вміст, мг/л		ефективність очищення, %		середня швидкість фільтрування, м / год	брудомістність фільтруючого завантаження, кг/м <sup>3</sup>	тривалість фільтроциклу, год	питомі витрати промивної води, м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup> завантаження на одне промивання
		завислі речовини	нафтопродукти (мастила)	завислі речовини	нафтопродукти (мастила)				
I	1	4,4-11,2	0,5-8,5	79-93	80-85	10-15	90-100	30-48	1-3
	2	4,6-14,4	0,6-5,7	78-91	78-90	10-15	80-90	30-48	1-3
	3	4,0-12,8	0,4-9,1	81-92	81-84	10-15	90-100	36-60	1-3
	4	2,3-12,8	0,6-5,1	89-92	78-91	10-15	80-90	36-60	1-3
II	5	11,6-54,4	1,6-29,6	45-66	35-48	7-10	50-60	12-16	8-12
	6	10,7-40,0	1,5-23,9	49-75	40-58	6-8	40-50	10-12	10-12
	7	9,2-35,2	1,1-12,0	56-78	55-79	5-7	70-90	16-20	12-15
	8	7,6-32,0	0,6-10,3	64-80	76-82	4-5	60-80	8-10	14-16

Крім позитивних результатів, у ході наведених випробувань, як і в попередніх дослідженнях [4], в модулях фільтрів при їх очистці за допомогою пари тривалістю 2-3 хв. і гарячої води при температурі 45-50 °С тривалістю 1-2 хв. було виявлено біозростання.

Для виявлення впливу біозростань на ефективність роботи запропонованого пристрою виконано початкові якісні дослідження (табл.2). Для цього загальну тривалість в I-му блоці експериментів було збільшено до ~7,5 діб. Другий блок експериментів загальною тривалістю ~6,8 діб проведено при підвищеному тиску 0,15-0,25 МПа.

Отримані результати досліджень дозволяють зробити наступні висновки:

1. Ефективність модульного пристрою достатня для можливості його використання в техніці очищення промислових стічних вод і водопідготовки в оборотних системах водопостачання.

2. Виявлено необхідність вирішення проблеми боротьби з біозростаннями, які суттєво знижують ефективність його роботи та технологічні показники при постійному довгостроковому використанні окремих модулів без заміни завантаження.

Таблица 2 – Результаты экспериментів впливу біозростань на ефективність роботи модульного пристрою

№ експеримента	Тиск, МПа	Технологічні показники							
		залишковий вміст, мг/л		ефективність очищення, %		середня швидкість фільтрування, м/год	брудосмієність фільтруючого завантаження, кг/м <sup>3</sup>	тривалість фільтрування, год	питомі витрати промивної води, м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup> завантаження на одне промивання
		завислі речовини	нафтопродукти (мастила)	завислі речовини	нафтопродукти (мастила)				
<i>I-й блок експериментів</i>									
1	0,1-0,2	4,4-11,2	0,5-8,5	79-93	80-85	10-15	90-100	36	1-3
2		6,7-14,4	0,8-6,3	68-91	68-89	10-11	80-90	32	1-3
3		8,6-19,2	0,8-8,5	59-88	68-85	10-11	80-90	30	1-3
4		8,4-24,0	0,9-8,5	60-85	65-85	8-10	80-90	28	1-3
5		12,2-56,0	1,6-29,6	42-65	36-48	5-6	50-60*	25	1-3
6		12,6-80,0	1,6-31,4	40-50	36-45	5-6	50-60*	22	1-3
<i>II-й блок експериментів</i>									
1	0,15-0,25	5,3-16,0	0,6-5,7	76-90	75-80	10-16	80-90	32	1-3
2		6,7-46,4	0,8-12,0	68-71	68-79	10-14	70-90	32	1-3
3		6,3-40,0	0,8-14,2	70-75	68-75	10-12	70-80	30	1-3
4		7,4-48,0	0,9-14,1	65-70	65-75	10-12	70-80	26	1-3
5		12,6-80,0	1,6-30,8	40-50	36-46	5-8	40-60*	24	1-3
6		12,7-81,0	1,7-32,1	32-44	30-45	5-6	40-60*	18	1-3

\* – візуальний контроль підтверджує наявність біозростань у значній кількості (до 50%) у відмитому фільтруючому матеріалі.

1.Карелин А.Я., Попова И.А., Евсеева Л.А., Евсеева О.Я. Очистка сточных вод нефтеперерабатывающих заводов. – М.: Стройиздат, 1982. – 184 с.

2.Роев Г.А., Юфин В.А. Очистка сточных вод и вторичное использование нефтепродуктов. – М.: Недра, 1987. – 224 с.

3.Берне Ф., Кордонье Ж. Водоочистка. Очистка сточных вод нефтепереработки: Пер. с франц. – М.: Химия, 1973. – 57 с.

4.Онищенко Н.Г. Перспективы совершенствования электрической обработки в промышленном водоснабжении // Науковий вісник будівництва. Вип.52. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2009. – С.159-162.

Отримано 29.12.2009