

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОЧИЩЕННЯ ГОСПОДАРСЬКО-ПОБУТОВИХ СТІЧНИХ ВОД НА ПРИКЛАДІ ПІДПРИЄМСТВА ТОВ СП «НІБУЛОН»

Проаналізовано літературні джерела з питань якості стічних вод аграрного виробництва; вивчено перспективні методи очищення господарсько-побутових стічних вод; визначено недосконалі стадії очищення стічних вод підприємства та обґрунтовано модернізовану систему очищення стічних вод із використанням методу адсорбції та принципу «біоконвеєра».

Ключові слова: господарсько-побутові стічні води, адсорбція, біоконвеєр.

Проанализированы литературные источники по вопросам качества сточных вод аграрного производства; изучены перспективные методы очистки хозяйственно-бытовых вод; определены несовершенные стадии очистки сточных вод производства; обоснована модернизированная система очистки сточных вод с использованием метода адсорбции и принципа «биоконвеера».

Ключевые слова: хозяйственно-бытовые сточные воды, адсорбция, биконвеер.

References concerning quality of sewage of agrarian manufacture are analysed; perspective methods of clearing of economic-household waters are studied; imperfect stages of sewage treatment of manufacture are defined; it is proved the modernized system of sewage treatment with use of a method of adsorption and a principle of «Bioconveyor».

Key words: economic-household sewage; adsorption; boconveyor.

Забруднення поверхневих і підземних водних джерел, використання значних обсягів водних ресурсів у виробничих потребах призводить до виснаження водних джерел та завдає їм значної шкоди. Щорічно обсяг забруднених стічних вод становить близько 4 млрд м³ [1], тому важливе значення має впровадження ефективних методів їх очищення. Нині значна увага приділяється пошуку ефективних, рентабельних шляхів очищення господарсько-побутових стічних вод [1; 2; 3; 4], оскільки зменшити їх обсяги не вдається, а для того, щоб знешкодити певну кількість забруднень, необхідно витратити у шість разів більше чистої води. Уся вода, що скидається в ріки й водойми, забруднює майже половину постійного річкового стоку [6].

Господарсько-побутові стічні води – це води, що використовувались у господарсько-побутовій діяльності людини та утворилися у житлових приміщеннях, побутових приміщеннях на виробництві і відводяться через систему господарсько-побутової каналізації [9]. Очищення й повторне використання господарсько-побутових стічних вод конкретного підприємства – проблема, розв'язання якої дозволить зробити суттєвий крок у зменшенні забруднення та раціональному використанні водних ресурсів на регіональному рівні.

Мета дослідження полягає в тому, щоб на основі аналізу існуючих методів очищення стічних вод визначити шляхи вдосконалення системи очищення

господарсько-побутових стічних вод на прикладі ТОВ СП «НІБУЛОН» м. Миколаїв.

Для досягнення поставленої мети було окреслено такі **завдання**:

по-перше, проаналізувати літературні джерела з питань якості стічних вод від аграрного виробництва;

по-друге, вивчити та узагальнити перспективні методи очищення господарсько-побутових стічних вод;

по-третє, визначити недосконалі стадії очищення стічних вод підприємства та обґрунтування модернізованої системи останньої з формулюванням рекомендацій виробництву щодо оптимізації очисних споруд.

У господарсько-побутових стічних водах органічна речовина в забрудненнях складає близько 58 %, мінеральні речовини – 42 % (табл. 1) [4]. Ці води містять велику кількість органічних речовин, які при надходженні у водойми без очищення викликають дефіцит кисню і накопичення сірководню, посилене розмноження ціанобактерій і синьо-зелених водоростей («цвітіння» води або евтрофікація), що у свою чергу спричинює масові замори водних організмів, особливо промислових видів риби. Присутність великої кількості органічних речовин створює в ґрунтах відновне середовище, де виникає особливий тип мулових вод, що містять сірководень, амоніак, йони металів. Така вода стає непридатною не лише для питних цілей, а й для рекреаційних потреб [10].

Якісний склад господарсько-побутових стічних вод та нормативи гранично допустимого вмісту забруднюючих речовин

№	Найменування показника	Максимальні концентрації речовин, мг/л	ГДК згідно з правилами охорони поверхневих вод від забруднення
1.	Зважені речовини	300,0	+ 0,75 до фону
2.	ХСК	450,0	30,0
3.	БСК ₅	300,0	6,0
4.	Хлориди	<350	350,0
5.	Сульфати	<450	450,0
6.	Фосфати	6,0	3,5
7.	Синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР)	4,0	0,5
8.	Жири	30,0	Відсутні
9.	Нафтопродукти	4,0	0,3
10.	Азот амонійний	15,0	2,0
11.	Нітрати	4,5	45,0
12.	Нітрити	Відсутні	3,3
13.	Сухий залишок	1200,0	1000,0
14.	pH, од.	6,5-8,5	6,5-8,5
15.	Розчинений кисень	0	4,0
16.	Колі-індекс	1000000	<1000
17.	Колі-фаги	–	<1000
18.	ЛКП	–	<5000
19.	Життєздатні яйця гельмінтів	–	Відсутні
20.	Збудники захворювань	–	Відсутні

Очищення господарсько-побутових стічних вод на підприємстві ТОВ СП «НІБУЛОН» м. Миколаїв здійснюється за сучасною технологією мембранного біологічного реактору (МБР) у блочно-модульному комплексі (БМК) «БРАВО» із МБР. Технологія МБР охоплює процеси біологічного очищення стічних вод

від забруднень органічного походження аеробними мікроорганізмами активного мулу та відокремлення очищеної води від активного мулу на ультрафільтраційних мембранах.

Технологічну схему очищення господарсько-побутових стічних вод наведено на рис. 1.

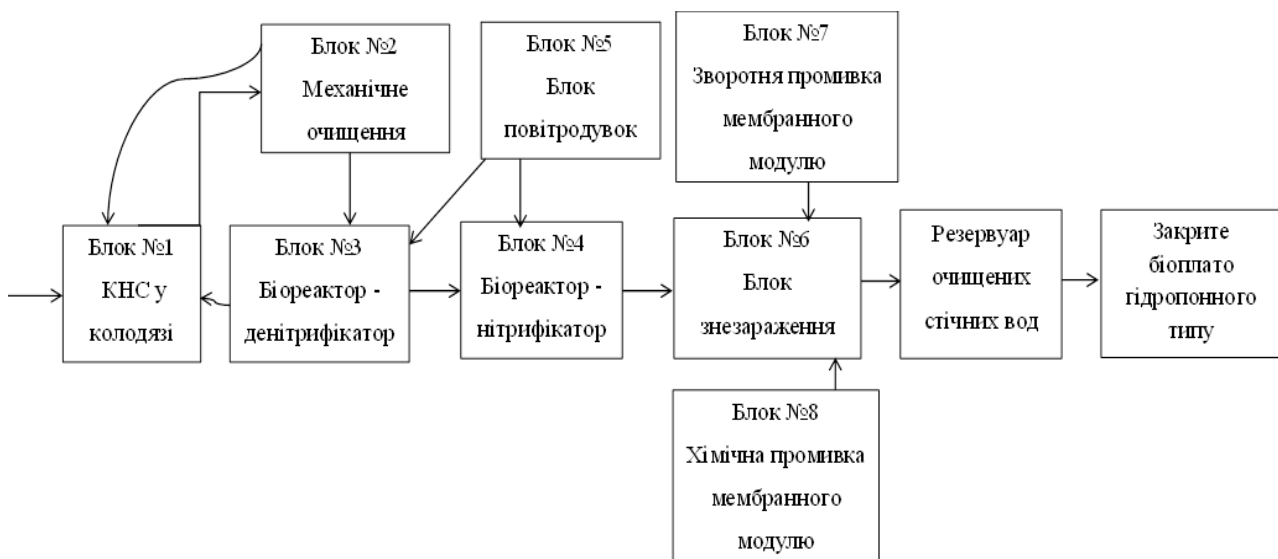


Рис. 1. Технологічна схема очищення господарсько-побутових стічних вод ТОВ СП «НІБУЛОН»

Згідно з розробленою технологічною схемою (рис. 1), для забезпечення нормативних вимог якості очищених вод до складу очисних споруд господарсько-побутових стічних вод включено такі функціональні блоки:

- «Блок № 1» – блок рівномірної подачі стічних вод на очищення;
- «Блок № 2» – блок механічного очищення стічних вод (БМК «БРАВО» із МБР у контейнері);
- «Блок № 3» – блок усереднення і денітрифікації (БМК «БРАВО» із МБР);
- «Блок № 4» – блок нітрифікації (БМК «БРАВО» із МБР);
- «Блок № 5» – блок повітродувок (БМК «БРАВО» із МБР);
- «Блок № 6» – блок насосів мембранного модуля і знезараження на ультрафіолетових лампах (БМК «БРАВО» із МБР);
- «Блок № 7» – блок зворотного промивання мембранного модуля (БМК «БРАВО» із МБР);
- «Блок № 8» – блок хімічного промивання мембранного модуля (БМК «БРАВО» із МБР).

Згідно з розробленою технологічною схемою, господарсько-побутові стічні води надходять до каналізаційної насосної станції («Блок № 1»), яка виконує функцію рівномірної подачі стічних вод на очищення та усереднення концентрацій забруднюючих речовин. За допомогою насосів, які подають стічні води до БМК «БРАВО» із МБР, а саме – на механічне очищення від грубих фракцій у «Блок № 2» – на барабанне сито, очищені від домішок стічні води надходять у «Блок № 3» – біореактор усереднювач-денітрифікатор. Насос і переливний трубопровід забезпечують постійну циркуляцію між резервуарами «Блок № 3» та «Блок № 4», унаслідок чого збагачена нітратним азотом мулова суміш із «Блоку № 4» повертається у безкисневу зону біореактора-денітрифікатора («Блок № 3»), де нітратний азот є джерелом кисню для окиснення органічних забруднень у стічних водах. При цьому нітрати відновлюються до молекулярного азоту, що виділяється в атмосферу. Біореактор-нітрифікатор («Блок № 4») забезпечує очищення стічних вод від органічних сполук за допомогою життєдіяльності біоценозу бактерій активного мулу та відокремлення активного мулу від очищеної води за допомогою ультрафільтраційного модуля з мембранних елементів [7]. Для забезпечення процесів життєдіяльності бактерій активного мулу від повітродувок подається повітря, що виділене в «Блок № 5», розташований у машинному відділенні. «Блок № 6» – блок насосів мембранного модуля і знезараження на УФ-лампах – розташований у машинному відділенні контейнера. «Блок № 7» (блок зворотного промивання мембранного модуля – забезпечує постійне відновлення продуктивності модуля шляхом його зворотного промивання. За неможливості відновлення продуктивності БМК «БРАВО» із МБР шляхом зворотного промивання здійснюється хімічне

промивання мембранного модуля («Блок № 7»). Схема знезараження в БМК «БРАВО» із МБР є безреагентною, двоступеневою. Перший ступінь – затримання 99 % мікроорганізмів на ультрафільтраційній мембрані модуля, другий – фінішне знезараження на ультрафіолетових лампах випромінюванням із довжиною хвилі 256 нм. Очищені води надходять до резервуару очищених господарсько-побутових вод, звідки відводяться на біоплато. Закрите біоплато гідропонного типу з вищими водними рослинами (комиш, тростина, очерет) забезпечує повніше видалення залишкових концентрацій органічних забруднень [9]. У завантаження біоплато (митий щербінь) для інтенсифікації процесу біодеструкції органічних забруднень та розчинених нафтопродуктів вноситься препарат-деструктор «Еконадін» [7].

Система очищення господарсько-побутових стічних вод на ТОВ СП «НІБУЛОН» м. Миколаїв є досить ефективною, оскільки доводить кількісний склад стічних вод до гранично допустимих концентрацій. Але означена система має і вади, оскільки не забезпечує повного очищення господарсько-побутових вод від фосфатів і синтетично поверхнево-активних речовин (СПАР). Так, ефективність очищення від фосфатів за схемою складає 56,3 %, а від СПАР – 75 %. Адже фосфати і СПАР навіть у незначних, мізерних кількостях є шкідливими для водних організмів, оскільки посилюють евтрофікацію водойм.

Оптимізація схеми очищення господарсько-побутових стічних вод полягала в додатковому оснащенні існуючої схеми ефективнішими та рентабельними методами, які б дозволили довести стічні води практично до стандартів питної води.

На основі аналізу літературних даних щодо методів очищення стічних вод, по-перше, пропонуємо ввести адсорбційне очищення за допомогою природного сорбенту – торфу верхового [3]. Цей метод дозволяє значно підвищити, майже в 2 рази, ефективність очищення від фосфатів і СПАР.

По-друге, іншим дієвим методом очищення господарсько-побутових стічних вод, який пропонується до впровадження, є метод «біоконвеєра». Він полягає у використанні гідробіонтів (а саме їх трофічних ланцюгів) для видалення забруднень. Цей метод передбачає два біореактори: анаеробний і аеробний. Послідовне поєднання в одній споруді комплексу (без рециркуляції) анаеробно-аеробних умов з іммобілізацією мікроорганізмів дозволить створити ідеальну комбінацію конструктивних та технологічних рішень. Використання схеми «біоконвеєра» дозволяє: зменшити об'єми споруд обробки надлишкового активного мулу, витрати електроенергії; підвищити стійкість роботи до коливань витрат води та концентрації забруднень; забезпечити необхідний ступінь видалення забруднень [8].

Узагальнену принципову схему очищення господарсько-побутових стічних вод наведено на рис. 2.

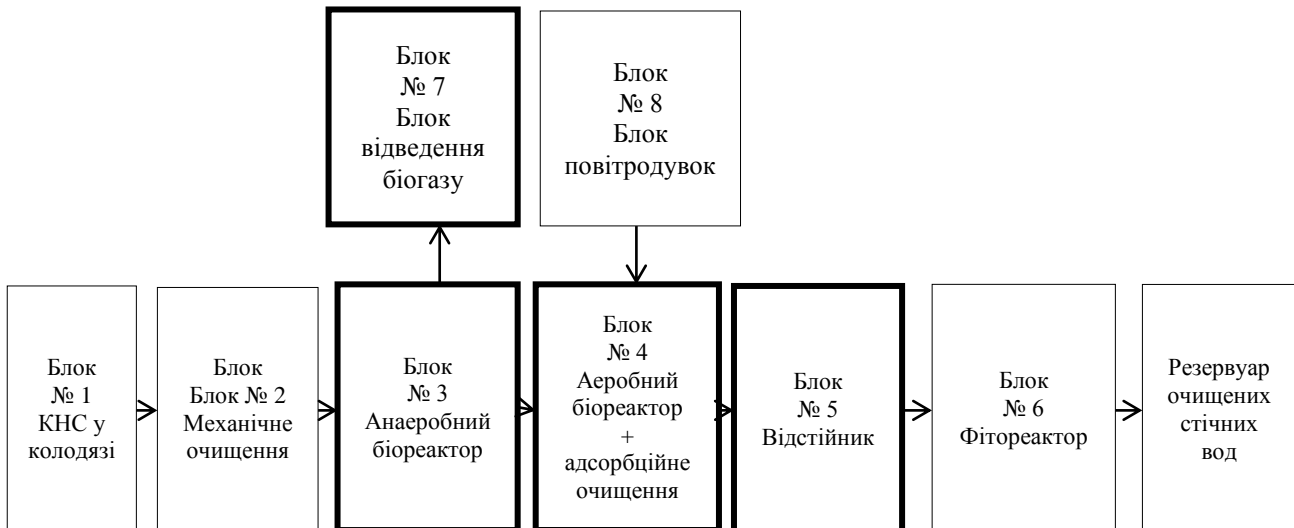


Рис. 2. Узагальнена оптимізована схема очищення господарсько-побутових стічних вод підприємства

Ця схема очищення являє собою комплексну і поетапну очистку господарсько-побутових стічних вод: механічна, біологічна + адсорбційна, доочищення за допомогою фітореактору з вищою водною рослинністю.

Спочатку води очищуються від грубих домішків на барабанному ситі («Блок № 2»), потім надходять на біологічне очищення в анаеробному біореакторі («Блок № 3»). Результатами анаеробного розкладу є біогаз і осад (MeS).

Наступним етапом очищення є поєднання в одному аеробному біореакторі комплексного очищення: біологічного й адсорбційного («Блок № 4»). Господарсько-побутові стічні води спочатку проходять крізь шар природного сорбенту – торфу верхового – під час постійної аерації повітрям і частково озono-повітряною сумішшю (20-25 с) з концентрацією озону 10-15 мг/л [5].

Після адсорбції стічні води потрапляють у другу частину аеробного біореактора, який виконує функцію біологічного очищення. Саме в цій частині аеробного біореактора живуть і відновлюють якість води найрізноманітніші аеробні бактерії, мікроскопічні гриби, водорості, найпростіші, коловертки, дафнії, черви, ракоподібні, слимаки, риби та ін. Для забезпечення іммобілізації мікроорганізмів трофічного утримання інших рухливих гідробіонтів використо-

вуються міцні, стійкі у воді, високотехнологічні носії типу «Вія», які виготовлено зі спеціального хімічного волокна, що надає носіям високу питому поверхню [2].

Вертикальний відстійник виконує функцію звільнення від надлишкового активного мулу («Блок № 5»).

Останнім функціональним блоком, крізь який проходять господарсько-побутові стічні води, є «Блок № 6» – фітореактор. Фітореактор являє собою біоплато. У фітореакторі відбуваються процеси за принципом самоочищення водойми. У процесі очищення господарсько-побутових стічних вод використовують вищу водяну рослинність.

Таким чином, упровадження додаткових блоків очищення господарсько-побутових стічних вод дозволяє наблизити якість очищеної води до стандартів питної.

Визначено, що використання адсорбційного методу очищення господарсько-побутових стічних вод від фосфатів і синтетичних поверхнево-активних речовин дозволяє збільшити ефективність очищення: від фосфатів – до 84,5 %; від СПАР – до 99 %; метод «біоконвеєра» підвищує ефективність очищення господарсько-побутових стічних вод від СПАР до 100 %, а від фосфатів – 92-95 %.

Окрім того, подана оптимізована схема очищення господарсько-побутових стічних вод підприємства дозволяє одержувати біопаливо (CH₄) із альтернативних джерел.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гвоздяк П. І. За принципом біоконвеєра (Біотехнологія охорони довкілля) / П. І. Гвоздяк // Ойкумена. – 2003. – № 3.
2. Дмитренко Г. Н. Биотехнология очистки высококонцентрированных сточных вод от органических растворителей / Г. Н. Дмитренко, П. И. Гвоздяк // Химия и технология воды. – 2002. – 24. – № 2. – С. 185–190.
3. Іванченко А. В. Очистка стічних вод від неорганічних фосфатів сорбентами / А. В. Іванченко, О. Р. Очеретнюк, М. Д. Волошин // Вопросы химии и химической технологии. – 2009. – №4. – С. 180–182.
4. Запольський А. К. Фізико-хімічні основи та технології очищення стічних вод / А. К. Запольський, Н. А. Мішкова-Клименко, І. М. Астрелін. – К., 2000.
5. Климов Е. С. Природные сорбенты и комплексоны в очистке сточных вод / Е. С. Климов, М. В. Бузаева. – Ульяновск : УЛГТУ, 2011. – 201 с.

6. Мороз П. І. Екологічні проблеми природокористування : [навчальний посібник] / П. І. Мороз, І. С. Косенко ; [за редакцією акад. П. І. Мороза]. – Умань : УДАА, 2001. – 456 с.
7. Подзерей Т. М. Каналізаційна насосна станція зі вбудованим блоком очищення господарсько-побутових стічних вод на БМК «Браво» та забруднених дощових вод на БМК «Флокфіл» / Т. М. Подзерей // Науково-інженерний центр «ПОТЕНЦІАЛ-4». – 2011. – Проект. – Т. 34. – 71 с.
8. Саблій Л. А. Вплив анаеробних умов на біологічне очищення господарсько-побутових стічних вод / Л. А. Саблій, М. В. Бляшина // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. – 2012. – Випуск 1 (5). – С. 81–85.
9. Стольберг В. Ф. Биоплато – эффективная малозатратная экотехнология очистки сточных вод / В. Ф. Стольберг, В. Н. Ладыженский, А. И. Спирин // Экология довкілля та безпека життєдіяльності. – 2003. – №3. – С. 323.
10. Яковлев С. В. Канализация / С. В. Яковлев, Я. А. Карелин, А. И. Жуков, С. К. Колобанов. – 5-е изд., перер. и доп. – М. : Стройиздат, 1975. – 632 с.
11. Стічні води. Гігієнічна характеристика [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.hygiene-science.com>.

Рецензенти: Грабак Н. Х., д.с.-г.н., професор;
Лавриньов П. Г., доцент.

© Мітрясова О. П., Шперлінг З. В., 2012

Дата надходження статті до редколегії 02.04.2012 р.

МІТРЯСОВА Олена Петрівна – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри екології та природокористування ЧДУ ім. Петра Могили.