

НОВЕ КОНСТРУКЦІЙНЕ РІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ АПАРАТІВ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

І. В. Клименко, А. В. Іванченко, М. Д. Волошин

Дніпродзержинський державний технічний університет, м. Дніпродзержинськ

e-mail: iren.klimencko@yandex.ru

Наведено актуальність проблеми модернізації діючих міських очисних споруд у зв'язку із скороченням об'ємів стічних вод, які скидаються населенням України. Показано, що біологічний метод очищення є основним для більшості очисних споруд. Метою даної роботи є вдосконалення існуючих апаратів біологічного очищення міських стічних вод задля їх застосування при скороченні об'ємів стоків, що подаються населенням. Проаналізовано класичну схему біологічного очищення стічних вод згідно якої час перебування стоків в первинному та вторинному відстійниках перевищує проектне значення більш як у 3 рази, а в аеротенках у 2,7. Розроблено та наведено нову конструкцію комбінованого аеротенка-відстійника, особливістю якого є компактність та можливість застосування для невеликих об'ємів стоків. Запропоновано удосконалену технологію біологічного очищення стічних вод із використанням аеротенка-відстійника, яку рекомендовано застосовувати на більшості міських очисних споруд України

Ключові слова: стічні води, біологічне очищення, активний мул, аеротенк-відстійник.

Вступ

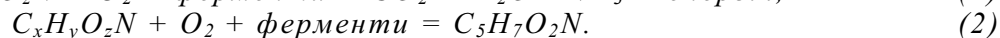
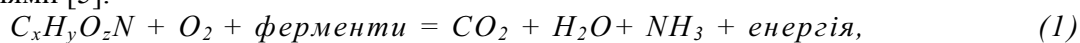
В останні роки спостерігається тенденція скорочення об'ємів стічних вод, які потрапляють на міські очисні споруди в містах України, та підвищення вмісту в цих стоках азоту та фосфору. Ця тенденція обумовлена тим, що населення міст впроваджує у власних оселях лічильники питної води, які дозволяють скоротити її витрати при одночасному підвищенні споживання миючих засобів [1]. Це призводить до того, що фактична кількість стічних вод, яка подається на очищення, більш як в чотири рази менша за проектну потужність діючих очисних споруд.

Ця проблема гостро стосується очисних споруд м. Дніпродзержинська, зокрема, лівого берегу, проектна потужність яких на разі складає 40 тис. м³/добу, а фактична лише 8 тис. м³/добу, крім того вихідні стоки містять у своєму складі азот і фосфор у підвищених концентраціях.

Аналіз літературних даних і постановка проблеми

Метод біологічного очищення є найбільш універсальним і широко застосовується для обробки стоків, що містять органічні домішки різного походження. Він є основним для більшості очисних споруд України та світу, адже не потребує дорогих рідкісних реагентів, і не призводить до підвищення солемісту стоків, а об'єм осаду при цьому майже не збільшується [2-3]. Такий метод очищення за оцінкою вітчизняних та зарубіжних спеціалістів є найбільш ефективним, екологічним і економічним [4].

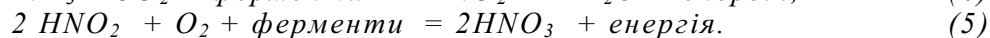
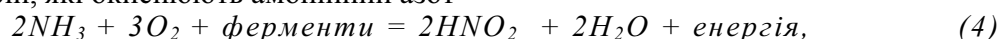
У процесі біологічного очищення стічних вод бактерії активного мулу використовують органічні речовини для отримання енергії (енергетичний обмін) і для синтезу бактеріальної маси власних клітин (конструктивний обмін). Якщо позначити суму органічних забруднень стічних вод через $C_xH_yO_zN$, то процес очищення води від цих речовин можна виразити наступними реакціями [5]:



Якщо органічні речовини стічних вод уже використані, і відчувається їх нестача, починається самоокиснення кліткової речовини активного мулу:



До цього моменту створюються сприятливі умови для розвитку автотрофних нітрифікуючих бактерій, які окиснюють амонійний азот



Міські очисні споруди, в яких біологічне очищення стічних вод здійснюється за традиційною схемою «аеротенк-вторинний відстійник», що має місце на переважній більшості очисних споруд України, мають ряд недоліків. Найбільш суттєвою проблемою таких споруд є те, що вони не забезпечують доведення якості очищених стічних вод, які скидаються у поверхневі водойми України за вмістом азоту і фосфору.

Головною причиною виникнення такої проблеми є використання застарілих технологій та апаратів в системах очищення, які при цьому мають низьку енергоефективність.

Виходячи з цього, перед науковцями постає завдання розробки компактних апаратів біологічного очищення, які були б енергоощадними та не займали великих земельних ділянок.

Мета і задачі роботи

Метою роботи є вдосконалення існуючих апаратів біологічного очищення міських стічних вод задля їх застосування при скороченні об'ємів стоків, які подаються населенням. Реалізація поставленої мети передбачає вирішення наступних задач: аналіз існуючої технологічної схеми біологічного очищення міських стічних вод; розрахунок часу перебування стічної води в основних апаратах; розробка нових конструкційних апаратів біологічного очищення.

Результати роботи

Для вирішення проблеми зменшення витрати енергетичних та матеріальних ресурсів, а також досягнення глибокого ступеня очищення стічних вод від біогенних елементів, нами розроблено та досліджено конструкції нових апаратів в технології біологічного очищення стічних вод.

Проектна технологічна схема біологічного очищення стічних вод лівобережних очисних споруд м. Дніпродзержинська наведена на рис. 1.

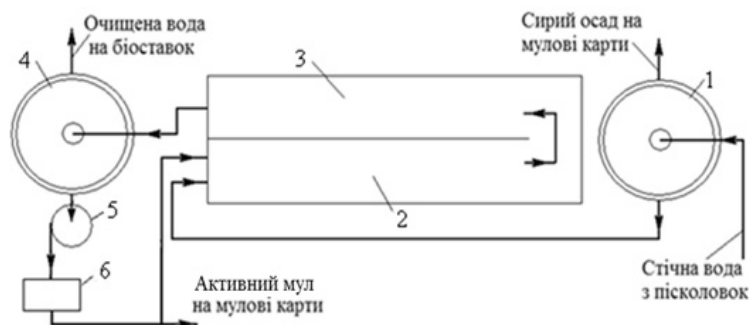


Рис. 1. Принципова проектна схема біологічного очищення стічних вод (на прикладі лівобережних очисних споруд м. Дніпродзержинська): 1 - первинний радіальний відстійник; 2, 3 - зони аеробного очищення стоків активним мулом; 4 - вторинний радіальний відстійник; 5 - циркуляційний насос; 6 - мулова камера.

Згідно з цією схемою стічна вода з пісколовки самопливом потрапляє в первинні відстійники радіального типу 1 діаметром 30 м. З них сирий осад подається на мулові карти, а стічна вода потрапляє в аеротенки горизонтального типу, які складаються з двох коридорів шириною 9 м і довжиною 84 м кожний. Висота водного шару в аеротенках складає 4,5 м. З аеротенків суміш стічних вод з активним мулом відводиться у вторинні відстійники 4, для відділення очищеної води від активного мулу. Активний мул, що осідає на дно відстійників 4, видаляється самопливом під гідравлічним тиском за допомогою насоса 5 в мулову камеру 6,

звідти частина активного мулу направляється в першу секцію аеротенка на регенерацію. На схемі показано один первинний і один вторинний відстійники, хоча за проектом їх два.

Для наближення часу перебування стоків у відстійниках і аеротенках до нормативних вимог, які були закладені в типовому проекті, на очисних спорудах спочатку було виключено з експлуатації один первинний і один вторинний відстійники. А потім виведено з роботи один двохкоридорний аеротенк. Однак такі рішення не призвели до суттєвого покращення ступеню очищення стічних вод від фосфатів і азоту. Якщо підрахувати час перебування стічних вод в аеротенках та відстійниках, то отримуємо такі результати (табл. 1).

Таблиця 1. — Час перебування стічної води в основних апаратах лівобережних очисних споруд м. Дніпродзержинська

Апарати вузла біологічного очищення	Час перебування, год	
	Фактично	За проектом
Первинний відстійник	7	2
Аеротенк	16	6
Вторинний відстійник	6,2	2

Можна побачити, що час перебування стічних вод в первинному та вторинному відстійниках перевищує проектне значення більш як у 3 рази, а в аеротенках у 2,7. На основі лабораторних досліджень встановлено, що при часі аеробного окиснення стічних вод більш як 6-8 годин вміст фосфатів в них починає зростати і при 24 годинах подвоюється [6]. Зайвий час перебування стоків у відстійниках також негативно впливає на біологічний процес.

Виходячи із результатів серії експериментальних досліджень, нами розроблено і запропоновано до впровадження варіант реконструкції міських очисних споруд, що полягає у переобладнанні вторинних відстійників на аеротенки-відстійники з виключенням із роботи аеротенків класичного типу.

Аеротенк-відстійник являє собою комбіновану споруду, що включає зону аерації і відстоювання, в останній відбувається розділення водомулової суміші. Обидві зони зв'язані між собою вікнами, які забезпечують надходження мулової суміші із зони аерації у відстійну і повернення активного мулу у аеробний процес без застосування примусової циркуляції.

В цьому апараті пропонується демонтувати скребковий механізм, встановити фільтросні пристрої для зрошення зони аеробного процесу загальною площею 27 м³. При цьому час перебування стічної води в зоні аерації становитиме 6-8 год, а в зоні відстоювання - 1-2 год.

Принципову схему біологічного очищення стічних вод у комбінованому аеротенку-відстійнику радіального типу представлено на рис. 2.

Особливістю споруди є компактність та можливість застосування для невеликих об'ємів стоків. Крім того, в даному апараті процес біологічного очищення можна вести при підвищеній дозі активного мулу в порівнянні з існуючими спорудами.

Схема працює наступним чином. Вхідні стічні води направляють в зону аерації 3. Подача повітря в аеробну зону 3 здійснюється через пористі фільтросні труби 6-7, покладені на дно аеротенка-відстійника, завдяки чому відбувається процес біологічного окиснення домішок стічної води. Рівномірність розміщення системи аерації по довжині аеробної зони дозволяє поліпшити в ній кисневий режим і зберегти постійне навантаження на активний мул, а також виключає можливість появи застійних зон. За допомогою потоку повітря, яке надходить з фільтросних труб 6-7, водомулова суміш через переливні вікна 9 потрапляє у зону відстоювання 8, де відбувається її розділення: активний мул осідає і за допомогою фільтросних труб 6-7 повертається до зони аерації. Дно зони відстоювання має скошені краї, що унеможливує утворення застійних зон активного мулу.

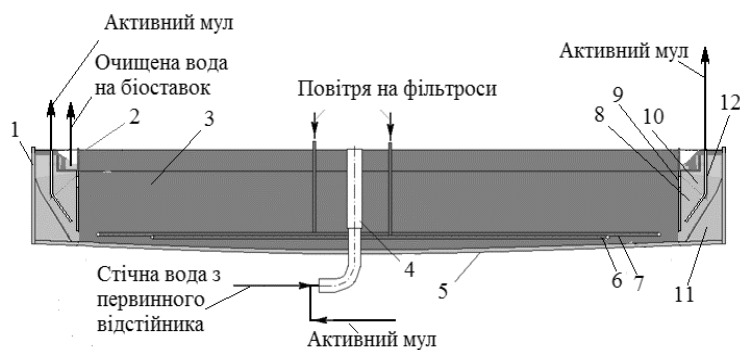


Рис. 2. Схема біологічного очищення стічних вод у комбінованому аеротенку-відстійнику радіального типу: 1 - корпус існуючого відстійника; 2 - існуючий випускний лоток; 3 - зона аерації; 4 - розподільчий пристрій; 5 - днище; 6,7 - фільтросні труби; 8 - зона відстоювання; 9 - вікна переливу водомулової суміші з зони аерації в зону відстоювання; 10 – зона освітленої води; 11 - піщано-гравійна засипка; 12 - сифонний пристрій.

Пропонується наступна технологічна схема біологічного очищення стічних вод із застосуванням комбінованого аеротенка-відстійника в умовах міських очисних споруд (рис. 3).

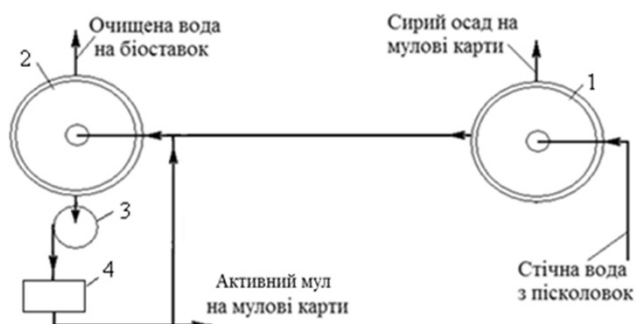


Рис. 3. Принципова схема біологічного очищення стічних вод (на прикладі лівобережних очисних споруд м. Дніпродзержинська): 1 - первинний відстійник; 2 - аеротенк-відстійник; 3 - насос; 4 - мулова камера.

Функціонування технологічної схеми наступне. Механічно очищена стічна вода з пісколовок самопливом потрапляє в первинний відстійник 1, де відбувається первинне відстоювання завислих речовин та жировмісних сполук з утворенням сирого осаду. Звідти сирий осад подається на мулові карти, а стічна вода надходить в аеротенк-відстійник радіального типу 2. В комбінованому апараті відбувається аеробне окиснення забруднюючих речовин мікроорганізмами активного мулу протягом 6-8 год. Відстоювання водомулової суміші в анаеробній зоні здійснюють протягом 1-2 год. З аеротенка-відстійника 2 очищена стічна вода виводиться до біоставка на доочищення (на схемі не показано). Активний мул, що осідає на дно відстійної зони, відкачують за допомогою насоса 3 в мулову камеру 4. Звідти частину мулу направляють в зону аерації аеротенка-відстійника 2, а решту скидають на мулові карти. Характерною особливістю є те що, об'єм рециркулюючого активного мулу значно зменшується за рахунок його внутрішньої циркуляції, що дає змогу застосовувати насос меншої потужності і економити енергію на 30-40 %.

Надлишковий активний мул рекомендуються переробляти на два цінні компоненти: комплексні добрива та біогаз [7].

Висновки

На основі експериментальних досліджень та теоретичних розрахунків можна зробити наступні висновки.

1. Проаналізовано технологію біологічного очищення стічних вод в сучасних умовах та показано, що очисні споруди потребують модернізації та удосконалення.

2. Запропоновано та теоретично обґрунтовано проведення біологічного процесу очищення міських стічних вод з аеротенків у вторинні відстійники радіального типу, які рекомендуються реконструювати у комбіновані аеротенки-відстійники.

3. Застосування представленої технології із використанням комбінованого апарата має ряд переваг:

- створення умов для суттєвого скорочення витрат повітря на аерацію водомулової суміші в зоні аеробного процесу в 4 рази, що призведе до значної економії енергії на процес очищення;
- підвищення якості очищеної води за вмістом фосфатів і азоту, а також інших показників за рахунок проведення біологічного процесу при підвищеній концентрації активного мулу.
- звільнення значних земельних площ, на яких розташовані аеротенки.

4. Комбінований аеротенк-відстійник рекомендовано до впровадження на очисних спорудах м. Дніпродзержинська та України в цілому.

НОВОЕ КОНСТРУКЦИОННОЕ РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ АППАРАТОВ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

И. В. Клименко, А. В. Иванченко, М. Д. Волошин

Днепродзержинский государственный технический университет, г. Днепродзержинск

e-mail: iren.klimencko@yandex.ru

Показана актуальность проблемы модернизации действующих городских очистных сооружений в связи с сокращением объемов сточных вод, которые сбрасываются населением Украины. Показано, что биологический метод очистки является основным для большинства очистных сооружений. Целью данной работы является совершенствование существующих аппаратов биологической очистки городских сточных вод для их применения при сокращении объемов стоков, которые подаются населению. Проанализировано классическую схему биологической очистки сточных вод согласно которой время пребывания стоков в первичном и вторичном отстойниках превышает проектное значение более чем в 3 раза, а в аэротенках в 2,7. Разработано и приведено новую конструкцию комбинированного аэротенка-отстойника, особенностью которого является компактность и возможность применения для небольших объемов стоков. Предложена усовершенствованная технология биологической очистки сточных вод с использованием аэротенка-отстойника, которую рекомендуется применять на большинстве городских очистных сооружений Украины.

Ключевые слова: сточные воды, биологическая очистка, активный ил, аэротенк-отстойник.

NEW IMPROVED STRUCTURAL SOLUTION DEVICES BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT

I.V. Klymenko, A.V. Ivanchenko, M.D. Voloshyn
1Dneprodzerzhinsk State Technical University, Dneprodzerzhinsk
e-mail: iren.klimencko@yandex.ru

Indicated urgency of modernizing existing municipal wastewater treatment plants in connection with reduction of volumes wastewater discharged by the population of Ukraine. It is shown that the biological method is preferred for most treatment plants. The aim of this work is to improve existing devices for biological treatment of municipal wastewater for use in reducing the volume of wastewater supplied to the population. Analyzed the classical scheme of biological wastewater treatment according to which the residence time of wastewater in the primary and secondary sedimentation tanks exceeds the design value by more than 3 times, and in aeration tanks in 2,7. Developed and presented new design of the combined aerotank-settler the special feature which is compactness and possibility of use for small volumes of wastewater. Offered an improved technology of biological wastewater treatment using aerotank-settler which is recommended for most municipal treatment plants of Ukraine.

Keywords: wastewater, biological treatment, activated sludge, aerotank-settler

Список літератури

1. Voloshyn M.D. Udoskonalennya tekhnolohiyi biolohichnoyi ochystky stichnykh vod [Improving the technology of biological wastewater treatment]: monohrafiya / M.D. Voloshyn, O.L. Shcherbak, Y.M. Chernenko, I.M. Korniyenko. — Dniprodzerzhynsk: DDTU, 2009. — P. 230.
2. Maksymov S.P. Obzor metodov byolohycheskoy ochystky stochnykh vod [Review of methods of biological wastewater treatment] / S.P. Maksymov, Y.A. Alekseev // *Technical science - from theory to practice*. — 2014. — Vol. 41. — Pp. 95—101.
3. Mittal A. Biological wastewater treatment / A. Mittal // *Water Today* 1 August — 2011. — Pp. 32—42.
4. Denysov S.E. Maksymov S.P., Analiz enerhozarat byolohycheskoy ochystky stochnykh vod [Analysis of the energy consumption of biological wastewater treatment] / S.E. Denysov, S.P. Maksymov, O.V. Marshalov // *Universum: Engineering science: electronic scientific journal*. — 2015 — Vol. 5 — Pp. 17—21.
5. Kovalchuk V. A. Ochystka stichnykh vod [Wastewater treatment]. — Rivne: VAT Rivnenska drukarnya — 2002. — P. 622.
6. Ivanchenko A. V. Oderzhannya orhano-mineralnykh dobryv z produktiv ochystky miskykh stichnykh vod vid fosfativ [The preparation of organic fertilizers cleaning products from municipal wastewater from phosphate]: avtoreferat. dys. k. tekhn. nauk, spets.: 05.17.01 - tekhnolohiya neorhanichnykh rehovyn / A. V. Ivanchenko. — Dnipropetrovsk : Derzh. vyshch. navch. zaklad "Ukrayinskyy derzh. khimiko-tekhnolohichnyy un-t" — 2010. — P. 20.
7. Ivanchenko A.V. Intensyfikatsiya tekhnolohiyi oderzhannya biohazu ta kompleksnykh dobryv z osadiv miskykh stichnykh vod [Intensification technology for complex fertilizers and biogas from municipal sewage sludge] / A.V. Ivanchenko, O.R. Byelyanska// *Proceedings of the National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute". Collected Works*. — 2015. — Vol. 30 (1139). — pp. 39—45.

