

НОВЕ ТЕПЛОМАСООБМІННЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСУ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД

*О. М. Ободович, доктор технічних наук, головний науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України*

E-mail: tdsittf@ukr.net

*Л. А. Саблій, доктор технічних наук, професор
Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського»*

E-mail: larisasabliy@ukr.net

*В.В. Сидоренко, кандидат технічних наук, науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України*

E-mail: tdsittf@ukr.net

*М.С. Коренчук, аспірант
Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського»*

E-mail: nikoleagle0@gmail.com

Анотація. У статті наведені результати обробки пластифіців активного мулу в аераційно-окиснювальній установці роторного типу з різними конструкціями робочого органу з метою оцінки перспективи її використання в технології біологічного очищення стічних вод. Представлені схема установки, принцип дії, робочі характеристики. Визначено, що аераційно-окиснювальна установка роторного типу може використовуватися в технології біологічного очищення стічних вод за умови удосконалення робочих органів аератора-окиснювача задля забезпечення умов, нешкідливих для мікроорганізмів активного мулу.

Ключові слова: аерація, активний мул, роторно-пульсаційний вузол, муловий індекс

Актуальність. Очищення стічних вод на птахофабриках, свинофермах і інших тваринницьких комплексах є обов'язковою процедурою. Стоки в таких місцях складаються переважно з гною, що містить значну кількість патогенної мікрофлори, і є потенційно небезпечними для навколишнього середовища і здоров'я людей. Останнім часом біологічні методи очищення стічних вод застосовується дедалі ширше. Біологічні методи є найбільш перспективні в економічному і екологічному відношенні [1]. Як пріоритетні, розглядаються комбіновані методи, в яких на різних стадіях очищення застосовуються

анаеробне та аеробне очищення [2]. Такий підхід дозволяє проводити більш ретельне очищення від більш широкого спектру забруднюючих речовин. Задля забезпечення хімічного окислення забруднюючих органічних речовин мікроорганізмами активного мулу застосовується примусова аерація суміші стічної води та пластівців активного мулу, завдяки чому відбувається біодеградація органічних сполук та пригнічення або знищення патогенних мікроорганізмів.

Проте, внаслідок високого вмісту солей, концентрації органічних речовин, а також поверхнево-активних речовин, утворених при гідролізі, масоперенесення кисню сповільнюється до 40 % порівняно з чистою водою [3]. Це вимагає пошуку ефективних засобів інтенсифікація масообміну в таких середовищах. Ефективно розчинення слабозчинних газів у воді або водних розчинах відбувається в механічних системах аерації (мішалки тощо). Водночас слід зазначити, що в таких системах значні перепади тиску, а також зсувні напруження можуть стати причиною пошкодження та руйнування клітин активного мулу. Знаходження оптимального співвідношення між інтенсивністю впливу, що обумовлює активне перемішування та диспергування повітряних бульбашок в середовищі та забезпеченні умов, що є незгубними для клітин активного мулу, залишається пріоритетною задачею при створенні механічних систем аерації.

Мета дослідження – оцінка перспективності використання обладнання, що реалізує метод дискретно-імпульсного введення енергії для інтенсифікації масообмінних процесів і окисненні органічних забруднюючих речовин мікроорганізмами активного мулу.

Матеріали і методи дослідження. Схему дослідної аераційно-окиснювальної установки роторного типу Інституту технічної теплофізики НАНУ представлено на рис. 1. Установка представляє собою контур, що складається з ємності-накопичувача 1, аератора-окиснювача 2 та трубопровода рециркуляції 5. Повітря для аерації середовища, що обробляється, самовсмоктуванням подається через повітропровід 6 з ежекторною голівкою на

кінці до всмоктуючого трубопровода. Отримана в зоні ежекції водо-повітряна суміш подається до аератора-окиснювача, що складається з роторно-пульсаційного вузла (РПВ) та робочого колеса відцентрового насоса (рис. 3). Робочий об'єм аератора-окиснювача становить $0,0015 \text{ м}^3$. Насичена киснем газоповітряна суміш по трубопроводу рециркуляції повертається до ємкості-накопичувача.

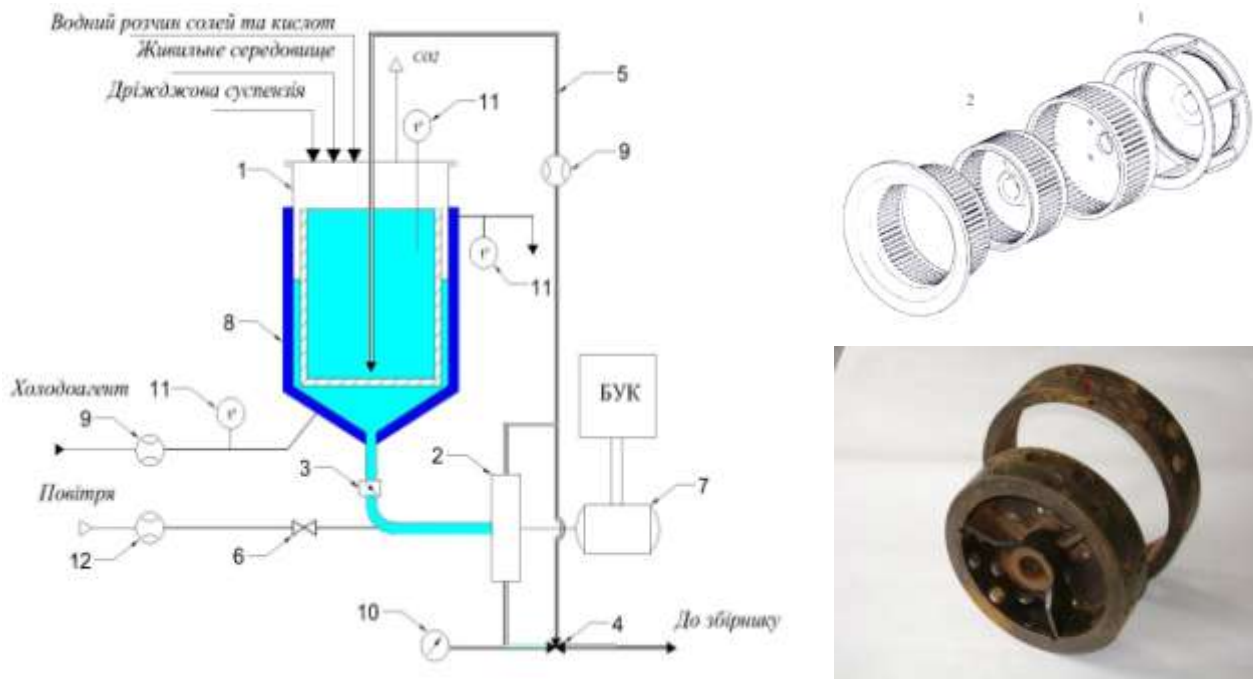


Рис. 1. Аераційно-окиснювальна установка роторного типу. *Ліворуч* – схема: 1 – ємність-накопичувач з внутрішнім циліндром; 2 – аератор-окиснювач; 3 – заслінка; 4 – триходовий кран; 5 – трубопровід рециркуляції; 6 – двоходовий кран; 7 – двигун; 8 – охолоджувальна сорочка; 9 – витратомір; 10 – манометр; 11 – термометр; 12 – витратомір повітря; БУК – блок управління та контролю. *Праворуч*: Роторно – пульсаційний вузол (РПВ): у верхньому кутку – Тип 1, у нижньому – Тип 2.

У ході досліджень була змога варіювати як конструктивними параметрами РПВ (кількість та форма отворів, між циліндровий зазор), так і гідродинамічними характеристиками (швидкість потоку, газовміст та ін.). При дослідженні використовувались РПВ двох типів:

Тип 1. Ротор-статор-ротор, кількість отворів прямокутного перерізу - 60, міжциліндровий зазор-150 мкм. Цей тип РПВ застосовувався в технології знезалізнення води.

Тип 2. Ротор-статор, кількість отворів круглого перерізу - 12, міжциліндровий зазор – 300 мкм. Даний тип РПВ застосовувався в технології отримання зернового суслу для спиртового виробництва.

Як об'єкт дослідження використовувався активний мул з первинних відстійників Бортницької станції аерації та вода водопровідна. Як показник використовувався муловий індекс, що є відношенням маси активного мулу до об'єму, який він займає. Цей параметр характеризує спроможність активного мулу до седиментації у вторинних відстійниках і безпосередньо впливає на час очищення. Стан простіших, що є частиною активного мулу, визначався візуально, за допомогою мікроскопу Karl Zeiss Axio Imager.

Результати дослідження та їх обговорення. Основною характеристикою роботи аераційно-окиснювальної установки роторного типу є залежність витрати повітря від витрати рідини (рис.2). Означена залежність дає змогу оцінити вплив конструктивних елементів кожного з використаних РПВ на формування водно-повітряної суміші, знаходженні оптимальних умов обробки суміші рідини та пластівців активного мулу.

Важливою характеристикою роботи аераційно-окиснювальної установки роторного типу, зважаючи на те, що всмоктування повітря відбувається за рахунок обертання крильчатки РПВ, є залежність витрати повітря $Q_{\text{екв}}$ ($\text{м}^3/\text{м}^3$ рідини за годину) від швидкості обертання роторного вузла n (об/хв) для кожного типу РПВ (рис.3).

З наведеної залежності можна зробити висновок, що установка типу 2, незважаючи на те, що витрата повітря майже на порядок менша за таку в установці 1, проте є в цілком достатньою для забезпечення киснем мікроорганізмів активного мулу, концентрацією 3 мг/л.

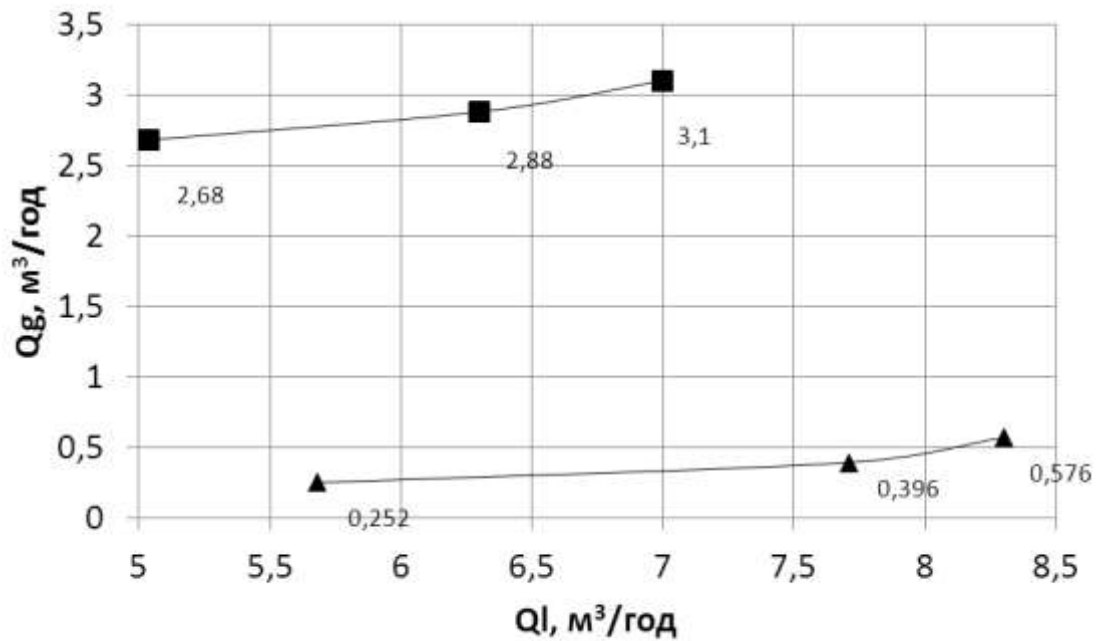


Рис. 2. Залежність витрати повітря від витрати рідини в установці роторного типу: ■ – Тип 1, ▲ – Тип 2.

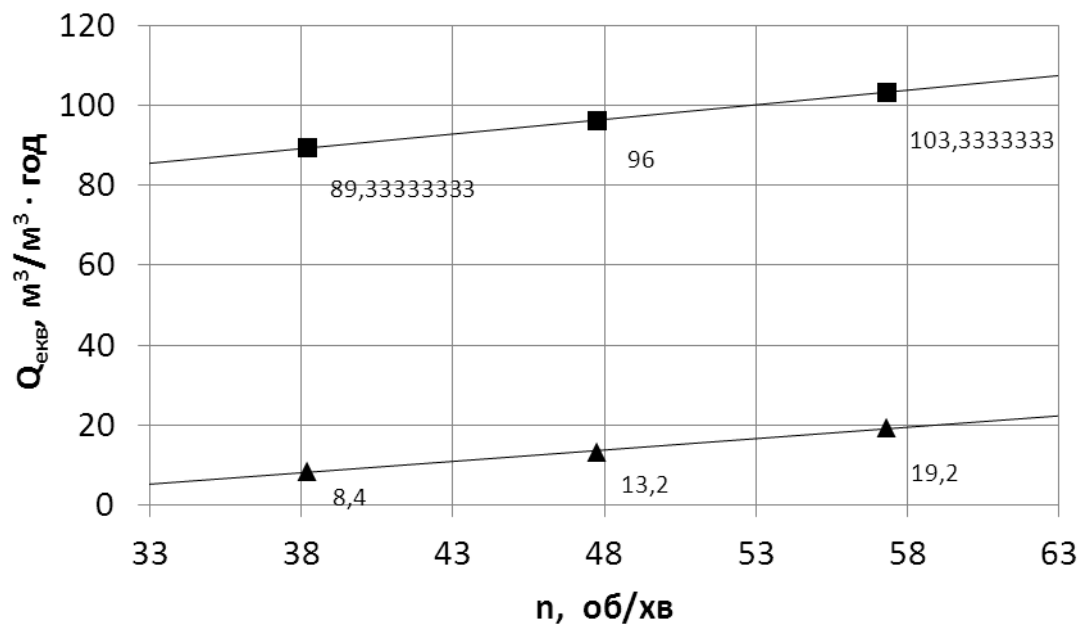


Рис. 3. Залежність витрати повітря від частоти обертання роторного вузла: ■ – Тип 1, ▲ – Тип 2.

В ході досліджень оцінювався стан активного мулу концентрацією 3 мг/л при обробці в аераційно-окиснювальній установці роторного типу із РПВ різного типу впродовж 40 хв.

Обробка суміші води та активного мулу в установці з РПВ Тип. 1, зважаючи на більш інтенсивний вплив, проводилась при частоті обертів РПВ 38,2 об/с, що відповідає початку самовсмоктування повітря в систему, та частоті 47,74 об/с, що відповідає промисловій частоті перемінного струму (таблиця).

Залежність параметрів активного мулу від кутової швидкості РПВ

Тип РПВ	Кутова швидкість РПВ, об/с	Час обробки, хв	Середня доза активного мулу, г/дм ³ контроль/після обробки	Муловий індекс дм ³ /г
1	38,2	40	0,74/0,74	81,17/88,02
	47,75	40	0,64/0,47	128,91/164,89
2	47,75	40	0,85/0,85	92,33/94,54

Отримані дані свідчать про те, що при частоті обертання РПВ Типу 1 38,2 об/с суттєвих змін в стані активного мулу не відбувається. Зі збільшенням частоти обертання значно збільшується значення мулового індексу, що свідчить про подрібнення пластівців активного мулу. У взятих для мікроскопіювання пробах активного мулу, обробленого при частоті 45,75 об/хв. всі простіші (інфузорії та коловертки) виявлені загиблими очевидно внаслідок механічних пошкоджень. При обробці досліджуваної суміші із використанням РПВ 2 при частоті обертів 47,75 об/с збільшення мулового індексу виявилось незначним та таким, що лежить в межах допустимого. Кількість простіших та їх поведінка не відрізнялась від такої в контрольній пробі.

Висновки і перспективи. Отримані дані свідчать про те, що використання тепломасообмінної установки роторного типу для аерації стічних вод при біологічному способі очищення можливе з урахуванням вразливості організмів активного мулу до механічного впливу внаслідок проходження крізь робочі елементи аератора- окиснювача. Визначено, що стан активного мулу при обробці суттєво залежить від конструкції роторно-пульсаційного вузла.

Список використаних джерел

1. Писаренко В.М. Агроекологія / В.М. Писаренко, П.В. Писаренко, В.В. Писаренко. – Полтава: Друк ФОП Говоров СВ, 2008. – 255с.
2. Саблій Л.А. Фізико-хімічне та біологічне очищення висококонцентрованих стічних вод: Монографія/ Л.А. Саблій. – Рівне: НУВГП, 2013. – 291 с.
3. Маслій І. В. Проблеми очистки стічних вод тваринницьких підприємств [Електронний ресурс] / І. В. Маслій // Вісник Сумського національно аграрного університету. - Сер. "Будівництво" / Сумський національний аграрний університет. - Суми : СНАУ, 2015. - № 10. – С.75-77.– Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_bud_2015_10_13.

References

1. Pysarenko, V. M., Pysarenko, P. V., Pysarenko, V. V., (2008). Agroekologiya [Agroecologie]. FOP Govorov, 255.
2. Sabliy, L.A. (2013). Fyzyko-khimichne ta biolohichne ochyshchennia vysokokontsentrovanykh stichnykh vod [Physico-chemical and biological treatment of highly concentrated waste water]. NUVGP, 291
3. Masliy I.V. (2015). Problemy ochystky stichnykh vod tvarynnytskykh pidpriemstv [Problems of wastewater treatment]. SNAU, 10, 75-77. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_bud_2015_10_13.

НОВОЕ ТЕПЛОМАСООБМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

А. Н. Ободович, Л. А. Саблій, В. В. Сидоренко, Н. С. Коренчук

Аннотация. В статье приведены результаты обработки хлопьев активного ила в аэрационно-окислительной установке роторного типа с различными конструкциями рабочего органа с целью оценки перспектив ее использования в технологии биологической очистки сточных вод. Представлены схема установки, принцип действия, рабочие характеристики. Определено, что аэрационно-окислительная установка роторного типа может использоваться в технологии биологической очистки сточных вод при условии совершенствования рабочих органов аэратора-окислителя для обеспечения условий, безвредных для микроорганизмов активного ила.

Ключевые слова: аэрация, активный ил, роторно-пульсационный узел, иловый индекс

NEW HEAT AND MASS TRANSFER EQUIPMENT FOR INTENSIFICATION OF BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT PROCESS

O. Obodovych, L. Sabliy, V. Sydorenko, M. Korenchuk

Abstract. *The article presents the results of processing activated sludge flakes in a rotary-type aeration-oxidation installation with various designs of the working organ with the aim of assessing the prospects for its use in biological wastewater treatment technology. The scheme of installation, operating principle, performance characteristics is presented. It is determined that the aeration-oxidation installation of the rotor type can be used in biological wastewater treatment technology provided that the working elements of the aerator-oxidant are improved to provide conditions that are harmless to the microorganisms of the activated sludge.*

Key words: *aeration, activated sludge, rotary-pulsation unit, sludge index*