

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ЗАХИСТІ КОМПОНЕНТІВ ДОВКІЛЛЯ

УДК 504.064.4

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

Горносталь С.А.¹, к.т.н. доц.; Горбань Д.Г.¹; Молчан А.П.¹

¹Національний університет цивільного захисту України, Харків, Україна

Одним із пріоритетних напрямів екологічної політики України є скорочення скидів забруднених стічних вод. На сьогоднішній момент цей показник становить 15,7% від загального обсягу скидів, планують скоротити його до 5% к 2030 року [1]. Екологічна безпека водних об'єктів безпосередньо визначається ефективністю роботи очисних споруд, які приймають стічні води після використання на виробничі та господарсько-побутові потреби.

Серед несприятливих чинників, які впливають на якість роботи очисних споруд, слід виділити нерівномірність надходження стічних вод, постійні зміни кількісного та якісного складу стоків. Це ускладнює роботу та обслуговування споруд, погіршує якість очищення. Результатом є потрапляння недостатньо очищених вод у водні об'єкти, що використовуються для відпочинку, рибальства, забору води на господарсько-питні потреби, та спричиняє спалахи інфекційних захворювань. Такі явища характерні для міст, насичених промисловістю, транспортом, будинками різного призначення.

Ступінь екологічної безпеки споруд очищення стічних вод, в першу чергу, залежить від організації масообмінних та гідравлічних процесів в аераційних спорудах [2-4]. Аеротенки є частиною технологічної схеми аеробної біологічної очистки, принципова схема якої наведена на рис. 1.

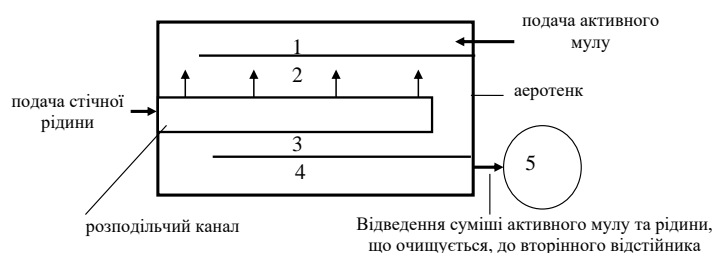


Рисунок 1 – Схема секції аеротенка-змішувача: 1 – перший, 2 – другий, 3 – третій та 4 – четвертий коридори, 5 – вторинний відстійник

Для захисту водних об'єктів від забруднення стічними водами необхідно використовувати всі можливі шляхи, зокрема інформаційні технології [5-6]. Метою роботи є підвищення екологічної безпеки водних об'єктів шляхом запобігання потраплянню в них недостатньо очищених стічних вод. У роботі пропонується вирішити це завдання за рахунок розробки програмного продукту, який забезпечить швидкий та коректний аналіз результатів лабораторних досліджень, спростить управління режимом роботи споруд очищення стічних вод.

Для вирішення поставленого завдання проаналізовано особливості процесу очищення в системі «аеротенк – вторинний відстійник». Виявлено фактори, які впливають на перебіг очищення. Такими факторами є концентрація активного мулу, інтенсивність подачі повітря, властивості стічної рідини, що надходить на очищення. Проведений аналіз показав, що шляхом корегування витрати насосів, що перекачують активний мул; компресорів, що перекачують повітря, та скиданням надлишкового мулу з системи, можна вплинути на якість очищення. Позитивний результат досягається за рахунок регулювання співвідношення «стічна рідина – активний мул – повітря».

Після обробки результатів лабораторних аналізів отримано рівняння регресії, які описують зміну концентрації активного мулу в регенераторі та концентрації забруднень в очищеній воді на виході зі споруд. Аналітичні рішення рівнянь дозволяють аналізувати перебіг процесів на різних етапах біологічного очищення, визначати вплив факторів на нього, вносити зміни в технологічний процес.

Щоб зробити цей процес більш зручним для користувача, створено програмний продукт «Дослідження якості очищення стічних вод в аеротенку». Послідовність роботи з ним представлена в вигляді алгоритму з чотирьох блоків (рис. 2). В першому блоці необхідно проаналізувати вихідні дані по стічним водам, що поступають після механічного очищення, активного мулу та інтенсивності аерації. Після цього треба провести розрахунок за допомогою запропонованого програмного продукту. Другий блок – зафіксувати результати розрахунку. Це можна зробити за допомогою графіків або отримати конкретний результат для заданих параметрів. Третій блок – порівняти результати, четвертий – спираючись на результати розрахунку, зробити висновок стосовно необхідності зміни режиму роботи споруд.

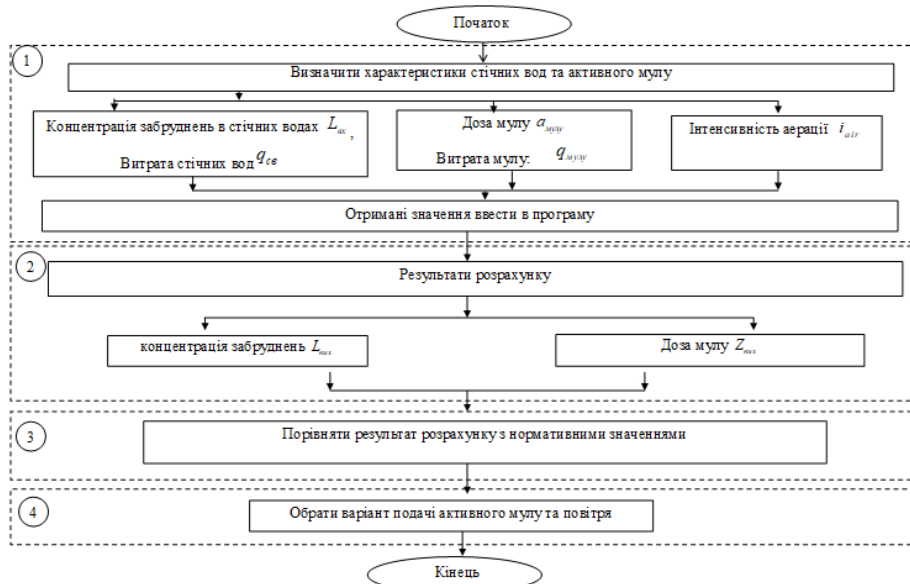


Рисунок 2 – Алгоритм вибору режиму роботи аеротенка

Програмний продукт «Дослідження якості очищення стічних вод в аеротенку» містить короткий опис складових, які враховано в розрахунку, рівняння та перелік команд для отримання результату в чисельному та графічному вигляді (рис. 3). Користувачу необхідно ввести вихідні дані, натиснути кнопку для проведення розрахунку та отримати результат. В якості вихідних даних використовуються результати лабораторного аналізу стічних вод на спорудах, що вже працю-

ють. Також можна вносити дані для споруд, що тільки проєктуються. Це дозволить оцінити їх можливості, «поведінку» при різкій зміні вхідних параметрів в різній комбінації.

```
restart;
x3:=0;
x3 = 0
y1:=0.01657+0.00237*x3-0.00279*x4-0.00025*x5-0.00031*x3^2-0.00044*x4^2-0.00048*x5^2-0.00028*x3*x4+0.00037*x3*x5+0.00052*x4*x5;
y1 = 0.01657 - 0.00279 x4 - 0.00025 x5 - 0.00044 x4^2 - 0.00048 x5^2 + 0.00052 x4 x5
plot3d(y1,x4=-1..1,x5=-1..1,color=black);
```

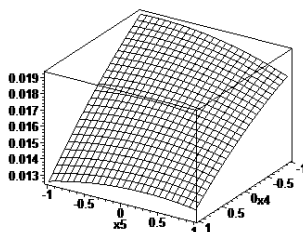


Рисунок 3 – Приклад розрахунку концентрації забруднень в очищеній воді на виході зі вторинного відстійника

Запропонований програмний продукт дозволяє обирати режим очищення стічних вод, при якому на виході зі споруд концентрація забруднень не буде перевищувати гранично допустимі значення. Остаточне рішення щодо вибору технологічного режиму роботи споруд біологічного очищення залишається за технологом підприємства. При цьому у фахівця буде вичерпна інформація про особливості протікання процесів на різних етапах очищення, у декількох точках споруди. Застосування запропонованого програмного продукту дозволяє з мінімальними фінансовими та трудовими витратами позитивно вплинути на екологічний стан водойм, у які скидають стічні води після очищення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Національна доповідь про стан навколишнього середовища в Україні у 2020 році. URL: <https://mepr.gov.ua/news/38840.html> (дата звернення: 02.05.2022).
2. Environmental engineering and activated sludge processes: models, methodologies, and applications / O. Sanchez (Ed.). Oakville, ON; Waretown, NJ: Apple Academic Press, 2016.
3. Mustafa El-Rawya, Mahmoud Khaled Abd-Ellah, Heba Fathid Ahmed Khaled Abdella Ahmed. Forecasting effluent and performance of wastewater treatment plant using different machine learning techniques. *Journal of Water Process Engineering*. Volume 44, December 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2021.102380>
4. Мовчан А.П., Горбань Д.Г., Горносталя С.А. Дотримання екологічних вимог при очищенні міських стічних вод. *Пріоритетні напрямки та вектори розвитку світової науки: матеріали II Міжн. студ. наук. конф.* (Т. 2), Дрогобич. Вінниця: ГО «Європейська наукова платформа», 2021. С. 30-33.
5. Лемеш М.В., Біляєв М.М., Татарко Л.Г., Якубовська З.М. Моделювання процесу біологічного очищення стічних вод на базі камерних моделей. *Наука та прогрес транспорту*. 2020. № 3 (87). С. 16–24.
6. Андронов В.А., Горносталя С.А. Програмний комплекс управління роботою споруд біологічного очищення стічних вод. *Матеріали ІХ міжн. наукової конференції «Ресурс і безпека експлуатації конструкцій, будівель та споруд»*. 2019. ХНУБА. С. 10-11.