

Список використаних джерел:

1. Application of duckweed (*Lemna* sp.) and water fern (*Azolla* sp.) in the removal of pharmaceutical residues in water: State of art focus on antibiotics. Ingrid Maldonado. Science of The Total Environment. Volume 838, Part 4, 10 September 2022, 156565.
2. Gomes, Ciprofloxacin induces oxidative stress in duckweed (*Lemnaminor* L.): implications for energy metabolism and antibiotic-uptakeability, J. Hazard. Mater., № 328, с. 140.
3. Balarak, Adsorption of amoxicillin antibiotic from pharmaceutical wastewater by activated carbon prepared from *Azolla filiculoides*, J. Pharm. Res. Int., № 18, с. 1.
4. Gomes M. P., Moreira Brito J. C., Cristina Rocha D., Navarro-Silva M. A., Juneau P. (2020). Individual and combined effects of amoxicillin, enrofloxacin, and oxytetracycline on *Lemna minor* physiology. Ecotoxicol Environ. Saf. 203, 111025. doi: 10.1016/j.ecoenv.2020.111025.
5. Oller I., Malato S., Sánchez-Pérez J.A. Combination of Advanced Oxidation Processes and biological treatments for wastewater decontamination – A review // 2011. Science of the total environment. №409. P. 4141-4166.

Коваленко Г.Є., ст., *Саблій Л.А., д.т.н., професор*

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ПЕРЕВАГИ АНАЕРОБНОГО МЕТОДУ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД КАРТОННО-ПАПЕРОВИХ ФАБРИК

Сьогодні актуальною проблемою в галузі очищення стічних вод постають застарілі технології біологічного очищення стічних вод картонно-паперових фабрик, які не спроможні доводити показники забруднювачів до вимог скиду в водойми, що призводить до зростання забруднення в них. Застосування анаеробної технології в целюлозно-паперовій промисловості набуває все більшого визнання як економічно ефективною альтернативою очищення. Порівняно зі звичайним аеробним методом, концепція анаеробного очищення стічних вод пропонує низку важливих переваг.

Мета даної роботи – розглянути і провести аналіз переваг анаеробного методу біологічного очищення стічних вод картонно-паперових фабрик.

Анаеробна технологія використовується для очищення стічних вод картонно-паперових фабрик з середини 1980-х років. Розвиток різноманітних високошвидкісних анаеробних процесів і утворення набагато більш концентрованих стічних вод целюлозних заводів роблять економічну вигоду від

анаеробної обробки більш значною. До неї належить менша потреба в енергії та експлуатаційних витратах, а також виробництво корисного енергетичного побічного продукту у вигляді газу метану. Після збору цього газу можна проводити його повторне використання як джерело енергії під час повномасштабних очисних операцій (спалювання для виробництва тепла). Також до переваг анаеробних систем очищення відносять зменшення об'єму надлишкового мулу, що утворюється через низький вихід клітин анаеробних бактерій. Мале надлишкове утворення осаду робить анаеробні методи очищення особливо привабливими, оскільки утилізація відпрацьованого осаду стає основною проблемою для системи аеробної обробки. Низька потреба анаеробних бактерій у поживних речовинах також є плюсом очищення стічних вод з їх дефіцитом [1].

Багато різних типів реакторів використовуються для анаеробних процесів очищення стічних вод. Сьогодні високошвидкісні мулові реактори, тобто UASB і реактори EGSB та їх похідні, найбільш широко застосовуються для анаеробного очищення промислових стічних вод, маючи близько 90% частки ринку від усіх встановлених систем. Їх популярність для очищення промислових стічних вод можна віднести до їх зручності експлуатації та компактності під час використання [2].

Застосування анаеробної обробки для обробки стічних вод картонно-паперових фабрик вивчали багато дослідників. Zhenhua і Qiaoquan (2008) отримали 98 % зниження БСК₅ і 85,3 % зниження ХСК від стічних вод виробництва целюлози за допомогою комбінації реакторів UASB і SBR, водночас ефективність видалення, коли субстрат був оброблений реактором UASB протягом одного дня, становив 95 % для БСК₅ та 75 % для ХСК [3]. Rao і Varat (2006) спостерігали зниження ХСК на 70–75 % і 85–90 % БСК відповідно та вихід метану 0,31–0,33 м³/кг(ХСК), використовуючи UASB-реактор для очищення розчину прегідролізату з целюлозного заводу [4]. Purol (2009) використовував як UASB, так і EGSB для вивчення ефективного видалення 2,4-дихлорфенолу. Він повідомив, що реактор EGSB показав кращу

ефективність для видалення ХСК і 2,4-дихлорфенолу (75 % і 84 %, відповідно), порівняно з UASB-реактором (61 % і 80 %, відповідно), за значенням навантаження за ХСК – 1,9 г/(л·добу) та за 2,4-дихлорфенолом – 100 мг/(л·добу) [5].

Отже, системи анаеробної очистки є життєздатними технологіями для очищення стічних вод в целюлозно-паперовій промисловості і можуть бути використані як важлива частина комплексної системи збереження очисних ресурсів. Анаеробне очищення не слід розглядати як заміник аеробного обробки. З метою досягнення суворих обмежень скиду стічних вод, часто потрібна додаткова аеробна очистка анаеробно очищених стоків. Застосування попередньої анаеробної обробки та аеробної подальшої обробки поєднує переваги обох процесів [1].

Список використаних джерел:

1. Driessen, W. J. B. M.; Habets, L. H. A.; Van Driel, E. Anaerobic treatment of pulp and paper mill effluents: an overview of applications. *Appita J.* 2007, P. 60-101.
2. Van Lier, JB., Mahmoud, N., & Zeeman, G. Anaerobic biological wastewater treatment. In M Henze, V. M Loosdrecht, G.A. Ekama, & D Brdjanovic (Eds.), *Biological wastewater treatment: principles, modelling and design.* 2008. P.P.. 415-511.
3. Zhenhua S, Qiaoyuan L (2008) Treatment of wheat straw explosion pulping effluent with combined UASB-SBR process. In: *2nd International papermaking and environment*, pp 1145–1149.
4. Rao AG, Barat AN (2006) Anaerobic treatment of pre-hydrolysate liquor (PHL) from a rayon grade pulp mill: pilot and full-scale experience with UASB reactors. *Bioresour Technol* 97. P. 2311–2320.
5. Puyol D, Mohedano AF, Sanz JL, Rodríguez JJ (2009) Comparison of UASB and EGSB performance on the anaerobic biodegradation of 2,4-dichlorophenol. *Chemosphere* 76. P. 1192–1198.

Кудряшова А.Б., ст., Курепін В.М., к.е.н, доцент,
Миколаївський національний аграрний університет

ВОДНІ ЕКОСИСТЕМИ: ПРЯМА ТА НЕПРЯМА ШКОДА БІОРІЗНОМАНІТТЮ ВІД ІНЦЕНДЕНТІВ, ПОВ'ЯЗАНИХ З ВІЙНОЮ

За час війни Миколаїв не одноразово був атакований російським агресором, під час обстрілів міста використовувалися різні види озброєння: касетні боєприпаси: надводні 300-мм снаряди «Смерч» і 220-мм касетні