

до виникнення моделей нового покоління, заснованих на більш надійних принципах.

**Список використаних джерел:**

1. M. Henze, W. Gujer, T. Mino and M. C. van Loosdrecht, "Activated Sludge Models ASM1, ASM2, ASM2D, AMS3," in Scientific and Technical Report series, IWA Publishing, 2000.
2. I. Hydromantis Environmental Software Solutions, GPS-X Technical Reference, 2013.
3. S. C. Pombo, Contributo para a utilização de Modelos de Simulação Dinâmica no Dimensionamento de Processos de Lamas Activadas - Dissertation to obtain the degree of master in Sanitary Engineering, Universidade Nova de Lisboa, 2010.

Кіка Л.С., аспірантка, *Саблій Л.А., д.т.н., професор*

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

## **АНАЛІЗ БІОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВІД ЛІКАРСЬКИХ ЗАСОБІВ**

Розробка, вдосконалення та впровадження ефективних технологій очищення стічних вод від наслідків діяльності фармацевтичних підприємств є надзвичайно важливим та актуальним завданням для науки, оскільки існує проблема накопичення лікарських речовин в біосфері. Саме стоки, що формуються у процесі діяльності фармацевтичних заводів, є потужним джерелом надходження лікарських засобів в екосистему.

Метою роботи є аналіз літературних даних щодо біологічних методів очищення стічних вод від лікарських засобів та виявлення методів, ефективних та економічних для їх видалення.

Для видалення антибіотиків застосовувалися різні методи, включаючи фіторемедіацію плаваючими водними видами, такими як ряска та водяна папороть, з позитивними результатами. У цьому дослідженні аналізується інформація про ефективність видалення лікарських засобів з акцентом на антибіотики за допомогою *Lemna* та *Azolla*, що дозволить краще зрозуміти процеси фіторемедіації з точки зору фізіології рослин. Також проаналізовано фізіологічні процеси макрофітів у середовищі з цим видом забруднювачів та

фітотоксичну дію на рослини при високих концентраціях. Метаболізм токсичних сполук починається з абсорбції антибіотиків та завершується зберіганням асимільованих сполук у вакуолях, апопласті та клітинній стінці [1]. Таким чином рослини сприяють виведенню токсичних сполук.

Є дослідження [2], що свідчить про те, що ципрофлоксацин викликає окиснювальний стрес у ряски (*Lemna minor L.*), що має наслідки для енергетичного обміну та здатності поглинати антибіотики.

Досліджено [3] адсорбцію ципрофлоксацину (CIP) із водних розчинів активованим вугіллям із *Azolla filiculoides* (AFAC) у системі періодичної адсорбції. Результати показали, що при вмісті CIP 10 мг/дм<sup>3</sup>, дозі AFAC 2,5 г/дм<sup>3</sup>, часі контакту 75 хв, температурі 50 °С, видалення CIP досягло 99,1 %. Результати показали, що AFAC може бути використаний як альтернатива комерційним адсорбентам для видалення антибіотиків зі стічних вод.

Результати досліджень [4] індивідуальних та комбінованих ефектів репрезентативних для навколишнього середовища концентрацій амоксициліну (2 мкг/дм<sup>3</sup>), енрофлоксацину (2 мкг/дм<sup>3</sup>) і окситетрацикліну (1 мкг/дм<sup>3</sup>) на водний макрофіт *Lemna minor* свідчать, що *L. minor* здатна накопичувати значні концентрації даних лікарських засобів із середовища. Це робить дану рослину кандидатом на фіторемедіацію води, забрудненої вказаними вище антибіотиками.

Біологічні очисні споруди з аеротенками в більшості випадків малоефективні для видалення фармацевтичних речовин та їх метаболітів. Це пояснюється високою стійкістю досліджуваних сполук до процесів біорозкладу в умовах, які підтримуються в процесах з активним мулом за нормального навантаження за БСК<sub>повн</sub> [5].

Тому варто приділити увагу біологічним методам очищення стічних вод з використанням рослин, адже вже наявні перші дзвіночки про ефективність елімінації фармацевтичних препаратів рослинами в лабораторних умовах.

#### **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