



Матеріали XXII Міжнародної науково-практичної конференції  
«Екологія. Людина. Суспільство» (м. Київ, Україна, 2021 р.)

Handbook of the XXII International Science Conference  
«Ecology. Human. Society» (2021 Kyiv, Ukraine)

ISSN (Online) 2710-3315

<https://doi.org/10.20535/EHS.2021.232831>

УДК 628.3

## ПРОБЛЕМИ ВОДОВІДВЕДЕННЯ ТА ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД МІСТ ТА ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ

**В.С. Жукова<sup>1</sup>, Л.А. Саблій<sup>1</sup>, Л.Д. Єпішова<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Національний технічний університет України «Київський політехнічний  
інститут ім. Ігоря Сікорського»*

пр. Перемоги, 36, корпус 4, Київ, 03056, Україна

*<sup>2</sup>КП «Харківводоканал»*

вул. Шевченка, 2, Харків, 61013, Україна

**e-mail:** [larisasabliy@ukr.net](mailto:larisasabliy@ukr.net)

Значним досягненням України є імплементація європейського екологічного законодавства та виконання своїх зобов'язань щодо запровадження екологічних вимог на кшталт діючих в країнах ЄС. Зокрема, було ухвалено Закони “Про оцінку впливу на довкілля” (який вже успішно працює) та “Про стратегічну екологічну оцінку”, які зобов'язують враховувати потреби довкілля ще на етапі розробки та ухвалення рішень [1].

Але на жаль, відносно нормативних документів України щодо очищення стічних вод від забруднень, на відміну від нормативних документів в країнах ЄС, США та Канаді, в них не враховано кілька важливих показників складу стічних вод, що напряму впливають на ефекти очищення стічних вод, властивості активного мулу та залишкові концентрації екологічно небезпечних забруднень в оброблених стічних водах при скиді в природні водойми. Серед таких показників - концентрація азотовмісних сполук за показником «загальний азот», концентрація фосфоровмісних сполук за показником «загальний фосфор», та концентрація специфічних хімічних речовин: антибіотиків, СПАР, нафти та нафтопродуктів, жирів та жирних кислот тощо.

Ефективність роботи міських очисних споруд (швидкість, ефекти очищення й глибина вилучення окремих забруднень, склад продуктів їх окиснення та ін.) залежить від багатьох чинників, серед яких одним з основних є хімічний склад стічних вод. Необхідно проводити залучення промислових підприємств та приділити особливу увагу щодо підприємств фармацевтичної промисловості, машинобудівної галузі та підприємств олійного виробництва.

Найчутливішою ланкою до негативного впливу хімічних складових стічних вод є активний мул біологічних очисних споруд, а саме його основні технологічні властивості – здатність до окиснення розчинених забруднюючих речовин та здатність до седиментації й відділення від очищеної рідини при відстоюванні. Важливим показником безпеки стічних вод для надійності роботи міських очисних споруд є вплив їх забруднень на седиментаційні властивості активного мулу й здатність відділятися від очищеної рідини при відстоюванні. Ці показники не завжди враховуються при контролі складу промислових стічних вод, що відводяться в міську каналізацію, а також не враховується наявність в стічних водах біологічно активних сполук-антибіотиків, біоцидів, інгібіторів та ін. Нехтування вказаними характеристиками спричиняє цілу низку вкрай негативних наслідків саме для водоканалів: зниження ефективності очищення міських стічних вод і збільшення експлуатаційних витрат для досягнення необхідних показників, перевищення ГДС при скиді оброблених стічних вод в

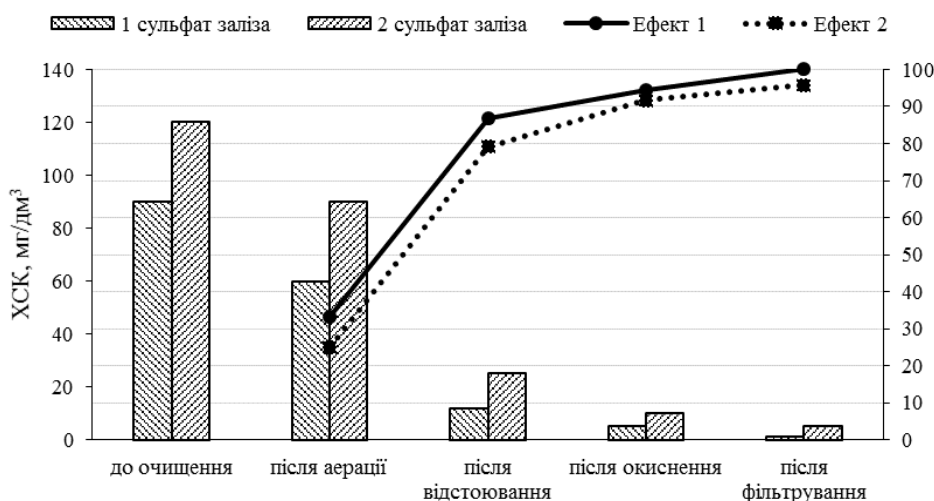
природні водойми (показники, що жорстко контролюються екологічними службами), “спухання” активного мулу з перспективою його подальшої втрати та ін.

В Україні є підприємства, що забезпечують локальне очищення стічних вод після рідких медпрепаратів, наприклад, ПАТ “НВЦ “Борщагівський хіміко-фармацевтичний завод” (м. Київ), а також є підприємства, які розпочали роботи, що спрямовані на вирішення питання локального очищення стічних вод від антибіотиків – ТОВ “ЛЕКХІМ-ОБУХІВ (м. Обухів) та ПАТ “Хімзавод” Червона зірка” (м. Харків). Окрім фармацевтичних заводів локальне очищення планують впроваджувати машинобудівні підприємства, підприємства олійного виробництва.

Для очищення стічних вод фармацевтичних підприємств від антибіотиків використовують фізико-хімічні та біологічні методи. Серед фізико-хімічних методів слід виділити методи, спрямовані на руйнування структури молекул антибіотиків, такі як окиснення різними реагентами-окисниками: озоном; пероксидом водню, перманганатом калію. Інша група фізико-хімічних методів орієнтована на видалення антибіотиків за допомогою таких методів: адсорбції на пластівцях коагулянту, флокулянту, на активованому вугіллі, цеолітах; мембранного розділення (ультрафільтрація) [2, 3].

У роботі [4] досліджували процеси очищення стічних вод від переробки соапстоків від жирів, мила та завислих речовин. Отримані результати показали, що найбільш ефективною технологією очищення таких стічних вод виявилась флотація в поєднанні з відстоюванням. При використанні таких методів було одержано зниження вмісту жирів у стічних водах в 10 і більше разів, мила - в 4-5 разів.

В КПІ ім. Ігоря Сікорського науковцями кафедри екобіотехнології та біоенергетики за участі спеціалістів КП «Харківводоканал» були проведені дослідження (з практичним впровадженням) у двох напрямках: 1 – дослідження процесів фізико-хімічного очищення виробничих стічних вод фармацевтичного підприємства від антибіотиків і розробка технології локального очищення; 2 – дослідження складу й процесів локального очищення стічних вод машинобудівного заводу і розробка технологій локального очищення до вимог нормативних документів щодо скидання очищених стічних вод в систему водовідведення міста.



**Рисунок 1. Зміна показника ХСК виробничих стічних вод фармацевтичного підприємства і ефекту очищення за ХСК при очищенні за технологією «аерація – коагуляція сульфатом заліза III – відстоювання – окиснення – фільтрування»: ефект 1 визначено при значенні показника ХСК в неочищеній стічній воді 90 мг/дм<sup>3</sup> у кожному процесі відносно даного значення; ефект 2 – при ХСК в неочищеній стічній воді – 120 мг/дм<sup>3</sup>**

Як показали результати досліджень, проведених у 1 напрямку щодо очищення виробничих стічних вод фармацевтичного підприємства, найбільше зниження показника ХСК, як свідчить рис. 1, спостерігали в процесах коагуляції забруднюючих речовин, що містяться в стічних водах, і відстоювання. Для коагуляції використовували мінеральні коагулянти на основі сульфату заліза III і сульфату алюмінію з коректуванням показника рН для досягнення ізоелектричної області для найбільш повного утворення гідроксидів заліза III і алюмінію, їх коагуляції і очищення стічних вод від органічних забруднюючих речовин. Ефекти зниження показника ХСК при коагуляції і відстоюванні стічних вод у випадку використання сульфату заліза III становили 76,0% і 72,2% при початкових значеннях показника ХСК неочищених стічних вод, відповідно 90 і 120 мг/дм<sup>3</sup>.

Результати досліджень при використанні сульфату алюмінію (рис. 1) показали менші значення ефекту зниження показника ХСК – 71,9 і 65,5% при початкових ХСК, відповідно, 90 і 120 мг/дм<sup>3</sup>. Отже, певну перевагу має коагулянт на основі сульфату заліза III проти сульфату алюмінію.

Збільшення початкової величини показника ХСК в неочищеній стічній воді зменшує ефект видалення органічних забруднюючих речовин за ХСК при використанні коагулювання і відстоювання на 4-6,5%.

Використання інших процесів очищення за технологічною схемою, яка досліджувалась, дозволило знизити ХСК на 25-33,3% при аерації, на 58-61% при окисненні пероксидом водню, до 100% при фільтруванні.

На основі отриманих результатів розроблено технологію, встановлено параметри процесів (тривалість, доза реагентів, швидкість фільтрування, висота фільтрувального завантаження, кількість утвореного осаду та ін.). Технологія включає послідовні процеси фізико-хімічного очищення стічних вод – усереднення, коагуляцію, відстоювання, окиснення пероксидом водню, фільтрування.

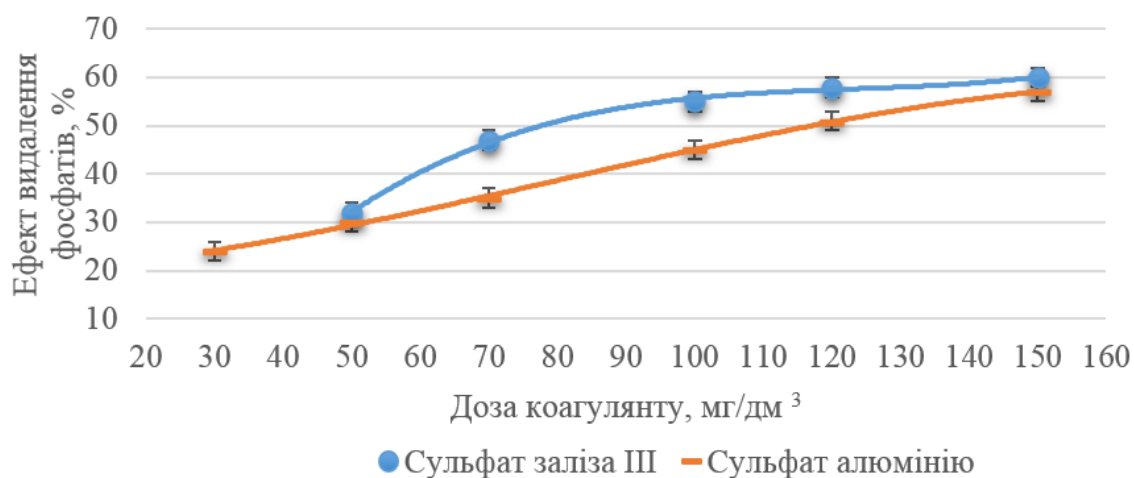
Застосування фармацевтичними підприємствами розробленої технології локального очищення стічних вод від антибіотиків та супутніх їм речовин призведе до суттєвого зниження небезпеки перевищення ГДС на скиді стічних вод, оброблених на міських комплексах біологічної очистки, зменшення експлуатаційних витрат на досягнення ГДС, зменшення загрози “спухання” активного мулу та пов'язаних з ним експлуатаційних та економічних витрат.

У 2 напрямку досліджень було проведено аналіз існуючої системи водовідведення машинобудівного заводу. Стічні води від будинків, цехів, пральні, їдальні машинобудівного підприємства відводяться внутрішньоцеховими каналізаційними трубопроводами в міську каналізацію. Локальні очисні споруди на підприємстві відсутні. Встановлено, що забруднені понаднормово стічні води відводяться від пральні та їдальні, які обслуговують підприємство.

Проведено експериментальні дослідження для вибору типу реагенту – коагулянту для попереднього очищення стічних вод пральні від фосфатів з порівнянням ефективності видалення фосфатів при використанні для коагуляції сульфату заліза III і сульфату алюмінію. В результаті встановлено, що більш ефективний коагулянт – сульфат заліза III, оптимальна доза його становить 100 мг/дм<sup>3</sup>, оптимальне рН 7,5, ефект очищення стічної води від фосфатів становить 65 % (рис. 2).

На підставі виконаних техніко-економічних розрахунків річних експлуатаційних витрат на реагенти - сульфату заліза III та сульфату алюмінію для реалізації технології попереднього локального очищення стічних вод пральні можна зробити висновок, що економічно

ефективним є застосування сульфату заліза III, річні витрати на який становлять 5256 грн, тоді як при застосуванні сульфату алюмінію – 9860 грн.



**Рисунок 2. Залежність ефекту видалення фосфатів від дози коагулянтів - сульфату заліза III та сульфату алюмінію при pH 9**

Отже, для коагуляції стічних вод пральні рекомендується використання сульфату заліза III для видалення фосфатів, завислих речовин, СПАР та інших забруднень.

На підставі проведених досліджень було розроблено технологію локального очищення стічних вод від пральні. Технологія включає такі процеси: усереднення стічних вод пральні та вище розташованих за схемою водовідведення підприємства цехів і наступну реагентну флоатацію усереднених стічних вод з використанням коагулянту сульфату заліза. Для флоатації запропоновано спосіб аерації стічної води за допомогою подачі повітря через пористі матеріали. При виборі технології було враховано забруднення стічних вод за показниками: завислі речовини, ХСК, концентрації фосфатів, синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР). Використання запропонованої технології дозволить очистити стічні води пральні до норм скиду у міську каналізацію.

Запропоновані технології попереднього очищення стічних вод пральні та їдальні на локальних очисних спорудах машинобудівного заводу забезпечать ефективне очищення стічних вод від забруднюючих речовин, таких як жири, фосфати, СПАР, завислі речовини, ХСК та ін. та відповідність якості очищених стічних вод, які скидає підприємство в міську каналізаційну мережу, вимогам нормативних документів, таких як: Правила приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення та порядок визначення розміру плати, що справляється за понаднормативні скиди стічних вод до систем централізованого водовідведення (Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України № 316 від 01 грудня 2017 року) та Правила приймання стічних вод споживачів у каналізаційну мережу м. Харкова (Рішення виконавчого комітету Харківської міської ради № 321 від 08.09.2010 р.), і очищені стічні води АТ «Світло шахтаря» не перешкоджатимуть роботі міських очисних споруд.

Для покращення роботи очисних споруд міст України та зменшення економічних витрат водоканалів запропоновано наступні пропозиції:

- у зв'язку з відсутністю нормування вмісту антибіотиків, показників концентрації азотовмісних сполук за показником загальний азот, концентрації фосфоровмісних сполук за показником загальний фосфор у стічних водах в Україні, розглянути питання про внесення змін у державні і місцеві акти щодо врахування ступеня їх впливу на показники якості стічних вод та на ефект очистки;

- водоканалам на державному рівні проводити політику щодо залучення підприємств фармацевтичної промисловості до будівництва локальних очисних споруд на партнерських економічно вигідних відносинах.

Очищені при використанні розроблених технологій стічні води можуть бути відведені в міську систему водовідведення і не перешкоджатимуть роботі міських очисних споруд.

Для покращення роботи очисних споруд міст України та зменшення економічних витрат водоканалів пропонується внести в “Правила приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення та Порядок визначення розміру плати, що справляється за понаднормативні скиди стічних вод до систем централізованого водовідведення”, затверджені наказом Міністерства регіонального розвитку будівництва та житлово- комунального господарства України від 01.12.2017 № 316, доповнення у частині розробки фінансового механізму впливу на промислові підприємства, що скидають стічні води у міську каналізаційну мережу без локального очищення.

#### **Література:**

1. В. Уберман, Л. Васьковець Проблеми імплементації базових європейських екологічних понять у водне законодавство України *Юридичний вісник*, № 1, 2020, С. 237-245 DOI: <https://doi.org/10.32837/yuv.v0i1.16>

2. Angeles L. F., Mullen R. A., Huang I. J., Wilson C., Khunjar W., Sirotkin H. I., McElroy A. E., Aga D. S. Assessing pharmaceutical removal and reduction in toxicity provided by advanced wastewater treatment systems. *Environmental Science: Water Research and Technology*. 2020. Issue. 6, № 1. pp. 62–77.

3. Watkinson A. J., Murby E. J., Costanzo S. D. Removal of antibiotics in conventional and advanced wastewater treatment: Implications for environmental discharge and wastewater recycling. *Water Research*. 2007. Volume. 41, № 18. pp. 4164–417

4. Mohammed C., Lahsaini, S., Souabi S., Bahlaoui M., Amane J. Removal of wastewater soaps by coagulation flocculation process. *Journal of Colloid Science and Biotechnology*, 2016, 5, pp.212-217. DOI:10.1166/jcsb.2016.1148.