

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СХЕМ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВІД АНІОННИХ БАРВНИКІВ

Салькова Маргарита<sup>1</sup>, Толстопалова Наталія<sup>1</sup>, Обушенко Тетяна<sup>1</sup>,  
Данилкович Анатолій<sup>2</sup>, Сангінова Ольга<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря  
Скіоркського»

<sup>2</sup>Київський національний університет технологій та дизайну  
e-mail: [margo.salkova@gmail.com](mailto:margo.salkova@gmail.com)

Стічні води, забруднені барвниками, займають третє місце за кількістю утворених екологічних забруднень. Серед виробничих галузей лідером з утворення стічних вод, забруднених барвниками, є легка промисловість. Наприклад, питомі витрати води в процесах фінішної обробки текстилю коливаються від 50 до 400 дм<sup>3</sup>/кг продукту [1]. Крім того, у процесах виробництва текстилю та шкіряно-хутрових виробництв використовується широкий спектр хімічних речовин, що призводить до високого навантаження на навколишнє середовище [2].

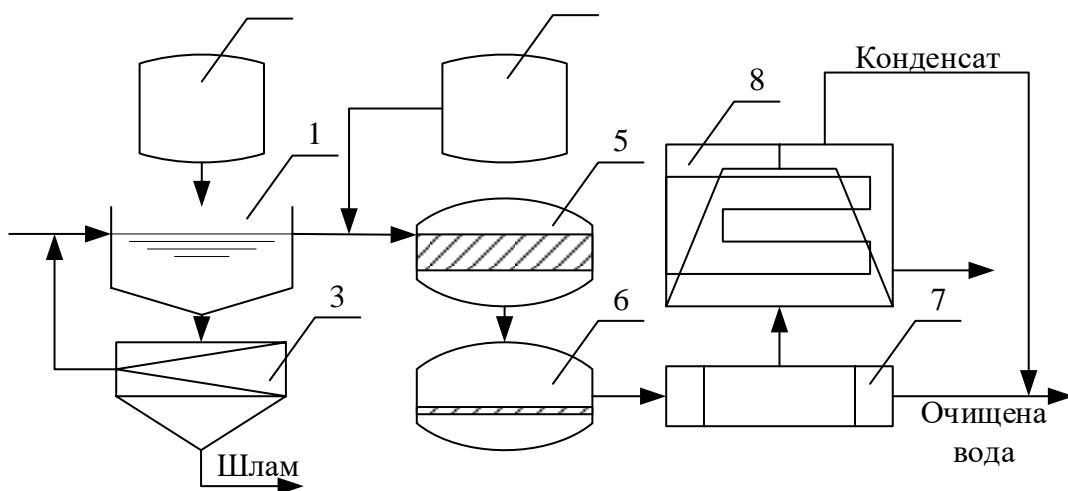
Стічні води підприємств легкої промисловості містять барвники, диспергуючі агенти, згладжувачі та поверхнево-активні речовини, важкі метали, що робить стічні води складними для очищення. Стічні води зазначених вище виробництв зазвичай характеризуються високим хімічним споживанням кисню (ХСК), біохімічним споживанням кисню (БПК), кольоровістю та вмістом солей. Скидання цих стічних вод у водойми без відповідного очищення може призвести до незворотних наслідків для навколишнього середовища. Текстильна та шкіряна промисловість використовує приблизно 10 000 різних типів барвників, і 10-15% барвників втрачається в процесі фарбування [2, 3]. Розмаїття хімічного складу та фізичного стану спонукають вчених усього світу досліджувати питання якісного й дешевого очищення води від барвників.

У роботі наведено порівняльний аналіз схем очищення стічних вод від аніонних барвників. Розглянуті схеми засновані на використанні фізико-хімічних, хімічних, біологічних, мембранних та комбінованих методів.

Реагентні методи, у процесі яких відбувається перетворення розчинних форм барвників на нерозчинні, є одним з ефективних методів очищення стічних вод. Осадження відбувається за різних значень рН в залежності від барвника та поточного складу води. Однак разом з осадом можуть бути видалені цінні речовини, що є суттєвим недоліком методу [3]. Хімічний метод ґрунтується на обробці забрудненої води агресивними речовинами, під діями яких відбувається руйнування структури барвника. Зазвичай, для такого методу застосовують луг чи кислоту, проте останнім часом надають перевагу буферним системам або органічним кислотам. Очищена від барвників вода потребує доочищення та нейтралізації. Більш класичною варіацією даного методу слугує комбінація хемосорбції та доосадження. Недоліком даного способу є недостатня якість очищення у кислому і нейтральному середовищах (рН 2-7) [1, 2]. Проблема набування адсорбенту ускладнює його видалення та регенерацію після використання, тому дослідження з приводу фізико-хімічного складу адсорбенту та модифікації його поверхні не перестають бути актуальними.

Використання мембранных методів є відносно новим методом, порівнюючи з вищенаведеними. Проте, як показала практика та ряд досліджень, мікрофільтрація та ультрафільтрація досить якісно очищують стічні води від барвників. До недоліків можна віднести необхідність заміни мембран та малу продуктивність установок.

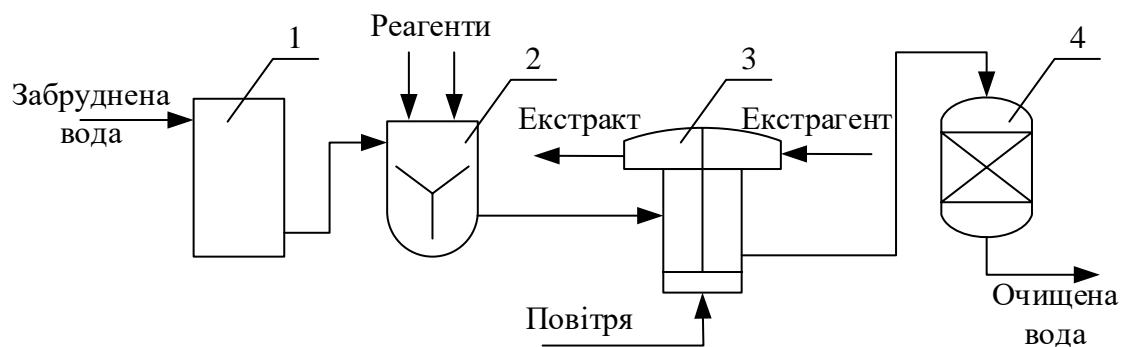
На рис. 1 представлена схема очищення стічних вод фізико-хімічними методами, яка поєднує фізико-хімічні та мембранные методи. Дана схема дозволяє освітлити воду до 90-97% і знизити ХПК на 85-97%.



1 – відстійник, 2 – бак з розчином коагулянту, 3 – центрифуга, 4 – бак з лужним розчином, 5 – зернистий фільтр, 6 – мікрофільтр, 7 – зворотньо-осмотична установка, 8 – випарний апарат

Рисунок 1. Схема очищення стічних вод від барвників та ПАВ

Вдалим поєднанням флотації та екстракції є схема, представлена на рис. 2, яка дозволяє освітлити воду до 90-97%.

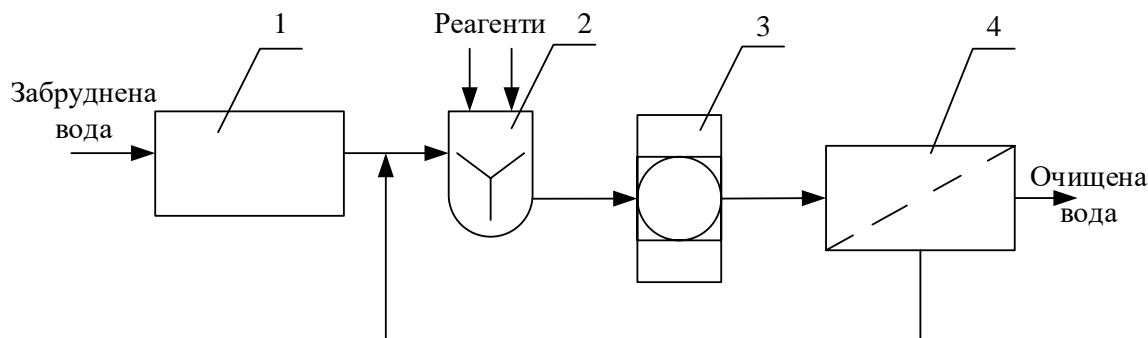


1 – усереднювач, 2 – бак-змішувач, 3 – флотоекстракційна колона, 4 – адсорбційний фільтр

Рисунок 2. Флотоекстракційне очищення стічних вод від барвників та ПАВ

Біологічна обробка води є найбільш застосованим способом очищення води від поллютантів у США та Європі. Ергономічність обладнання, простота контролю процесу та мінімальна кількість втрат є безпосередніми перевагами над іншими методами очищення. До недоліків можна відвести високу вартість обладнання та час дозрівання колонії мікроорганізмів.

Однією з перспектив можна виділити технологічну схему, показану на рис. 3.



1 – барабанні сита, 2 – хімічний реактор, 3 – мембранний біореактор,  
4 – ультрафільтраційна установка

Рисунок 3. Схема очищення стічних вод від барвників

Її перевага в ергономічності, достатній продуктивності та відносно невисокій вартості. Ключовою ланкою схеми хімічний реактор 2, в якому поєднані процеси сорбції та коагуляції, з можливістю подальшого виведення осаду на переробку.

**Висновки.** Очищення стічних вод від барвників, як тема наукових досліджень, набирає попит з розвитком систем еко-моніторингу. Якість очищення від таких забрудників залежить від технологічних процесів, що використовуються для нейтралізації поллютантів. Проведено порівняльний аналіз схем, які побудовані на класичних та комбінованих методах. Удосконалена комбінована схема забезпечує найвищий ступінь очищення від аніонних барвників.

#### Перелік літератури

1. Obushenko, T., Tolstopalova, N., Sanginova, O., & Yuzupkina, Y. Determination of the influence of basic parameters on the solvent sublation of anionic dye. *Technology Audit and Production Reserves*, **2022**, 2(3(64), 17–24. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2022.256750>.
2. Samsami, Sh., Mohamadizani, M., Sarrafzadeh, M., Rene, E.R., Firoozbahr, M. Recent advances in the treatment of dye-containing wastewater from textile industries: Overview and perspectives. *Process Safety and Environmental Protection*, **2020**, 143, 138-163. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2020.05.034>.