

Ольга Худоярова,
к.т.н., доцент,
Сніжана Мельник,
здобувачка СВО магістра
спеціальності ЕЗ Хімія,
Альона Немировська,
здобувачка СВО магістра
предметної спеціальності 014.06 Середня освіта (Хімія),
ВДПУ ім. М. Коцюбинського

КОМПЛЕКСНЕ ВОДООЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ОКРЕМИХ ПРОМИСЛОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Масштабні штучні зміни природи, що обумовлені виробництвом продукції в гірничо-видобувній, вугільній, нафтохімічній, газовій, хімічній, енергетичній, машинобудівній, космічній та військовій галузях промисловості, призводять до глобальних планетарних змін та негативних явищ, які вже сьогодні активно нагадують про себе. На сьогоднішній день актуальним є питання збереження водних ресурсів, які останнім часом невпинно забруднюються недоочищеними промисловими стічними водами. На промислових підприємствах хімічної та нафтохімічної галузей утворюються великі об'єми виробничих стічних вод, які містять серед забруднюючих речовин іони металів, сполуки сульфуру, інші забруднюючі речовини, які перевищують гранично-допустимі концентрації. В результаті діяльності таких промислових підприємств в ґрунт або водойми скидаються великі обсяги недоочищених стоків. Це негативно впливає на стан водних об'єктів, багато з яких є джерелами питної води. Якщо не очищати стічні води промислових підприємств, то це призводить до порушення екологічного балансу.

Питання водоочищення промивних вод міднення гальванічних виробництв та сульфідно-лужних стічних вод нафтохімічних виробництв з

використанням природних та штучних сорбентів є актуальним та недостатньо досліджено комплексне очищення промислових стічних вод різних хімічних виробництв. Більшість досліджених на сьогодні технологій комплексної утилізації промислових відходів стосуються, в першу чергу, реагентного вилучення катіонів металів із стічних вод гальванічних виробництв та інших хімічних відходів шляхом їх взаємодії та утворенню нерозчинних у воді хімічних сполук. Крім того, на сьогодні вкрай мало технологічних розробок комплексного очищення стічних вод від забруднювачів, які б завершувались отриманням затребуваного кінцевого технічного продукту.

Метою дослідження є розроблення сучасної комплексної технології адсорбційного очищення стічних вод з використанням регенованого сорбенту (РС) у хімічних і нафтохімічних виробництвах від сульфід- і гідросульфід-іонів, модифікованого сорбенту (МС) в гальванічному виробництві, зокрема, в процесі міднення від купрум (II)-іонів, з повторним використанням очищеної води в замкнених виробничих циклах та одержанням цінних технічних продуктів.

В дослідженнях використано відпрацьований (після стадії очищення цукрового сиропу) промисловий сорбент, що складається з активованого вугілля та кізельгуру. Умовою використання відпрацьованого промислового сорбенту була його регенерація (активація) 1% розчином NaOH і 4% розчином HCl, що дозволяє практично на 100% відновити його сорбційну ємність за йодом [1]. Визначено ступінь видалення загальної сірки з модельних сульфідно-лужних розчинів з концентрацією сульфід- та гідросульфід-іонів 1,40 моль/л та 0,21 моль/л при використанні регенованого сорбенту (РС), що становить близько 96%, а значення адсорбції – 164 мг/г, відповідно до відомих методик [2].

Ефективність сорбентів може бути суттєво збільшена фізичними або хімічними методами активування або модифікування поверхні [3]. Використання сорбенту РС, модифікованого сульфід- та гідросульфід-іонами, дозволило підвищити ступінь вилучення іонів купруму (II) на 60% та збільшити адсорбцію іонів купруму (II) до 229,3 мг/г, що в 65,5 рази більше ніж при використанні немодифікованого сорбенту. Цей факт пояснюється протіканням хімічних реакцій на поверхні модифікованого сорбенту (МС). ІЧ-спектральними та рентгенофазовими дослідженнями встановлено, що на поверхні модифікованого сорбенту (МС) відбуваються топохімічні реакції утворення купрум (II) сульфідів та елементарної сірки [2, 4].

Важливим є не лише очищення води, але і повторне її використання в замкнених виробничих циклах. В результаті проведених досліджень встановлено можливість повторного використання регенованого сорбенту для сорбційного очищення технічної води виробництва безалкогольних напоїв. Важливим також є отримання, як іншої складової процесу водоочищення, кінцевих товарних продуктів. Модифікований сорбент (МС) разом із CuS та S досліджено як активний компонент пластичних мастил спеціального призначення [5].

Отже, актуальним є розроблення сучасних комплексних технологій адсорбційного очищення стічних вод з використанням регенованого сорбенту у хімічних і нафтохімічних виробництвах від сульфід- і гідросульфід-іонів, модифікованого сорбенту в гальванічному виробництві, зокрема, в процесі міднення від купрум (II)-іонів [6], з повторним використанням очищеної води в замкнених виробничих циклах та одержанням цінних технічних продуктів. Одержані результати вказують на високу ефективність такого методу та доцільність його використання в технологіях комплексної очистки стічних вод.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ранський А.П., Худоярова О.С., Гордієнко О. А., Крикливий Р.Д. Спосіб регенерації суміші активованого вугілля та кізельгуру від органічних забруднювачів. *Патент України № 134391 МПК (2017.01), (2006.01)/ 10.05.2019.*
2. Худоярова О.С. Комплексне сорбційне очищення промислових стічних вод від сульфід- та купрум(II)-іонів: дис.... к.т.н.: 05.17.21. Вінниця, ВДПУ. 2021, 170 с.
3. Худоярова О.С., Гордієнко О.А., Сидорук Т.І., Тітов Т.С., Ранський А.П. Модифікація поверхні сумішних сорбентів сульфід-іонами для очищення гальванічних промивних вод процесу міднення. *Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».* Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. 2020. № 2(19). С. 36–46. DOI: <https://doi.org/10.20535/2617-9741.2.2020.208054>
4. Khudoiarova O., Blazhko O., Blazhko A. Evaluation of the Efficiency of the Reuse of Sorbents and their Modified Forms for the Removal of Copper Ions from Water. *Orbital: Electron. J. Chem.* 2025, 17(1), pp.100-106. DOI: <http://dx.doi.org/10.17807/orbital.v17i1.22002>
5. Khudoiarova O., Blazhko O., Blazhko A. Receiving of new carbon-sulfur-containing plastic lubricants based on regenerated products and used sorbents. *Key Engineering Materials.* 2023, 944, pp. 51-58. DOI: <https://doi.org/10.4028/p-8hu326>
6. Khudoiarova O., Blazhko O., Blazhko A. Using of Waste Sorbent from Food Industry for the Removal of Copper Ions from Water. *Chemistry Journal of Moldova. General, Industrial and Ecological Chemistry.* 2025, 20(1), pp.95-99. DOI: <https://doi.org/10.19261/cjm.2025.1250>