

**КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ЗМЕНШЕННЯ КОРОЗІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ТА  
ОЧИЩЕННЯ ШАХТНИХ ВОД****Таврель М. І.**

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», Україна

*maryna.tavrel@mipolytech.education*

Прогресуюче виснаження природних ресурсів внаслідок антропогенної діяльності та усвідомлення загрози глобальної екологічної кризи через постійне зростання антропогенного навантаження на екосистеми сприяють теоретичним розробкам та практичному впровадженню моделей сталого розвитку. В умовах формування сталого суспільства концепція ресурсозбереження та мінімізації шкідливого техногенного впливу на гідросферу, біосферу та атмосферу є однією з найактуальніших. Очищення промислових стічних вод, яке забезпечує їхнє повторне використання в замкнених технологічних циклах або безпечний скид до природних водойм – одна з ключових умов екологічного благополуччя планети. Особливо гостро проблеми очищення стічних вод постають у вугільній промисловості, підприємства якої характеризуються великими об'ємами шахтних вод, що за низкою показників не відповідають чинним вимогам охорони поверхневих вод від забруднення. Внаслідок скидів шахтних вод до гідрографічної мережі щорічно надходить понад 2 млн т мінеральних солей. Основними забруднювачами шахтних вод є завислі речовини та неорганічні йони. Окрім цього, у такій агресивній воді спостерігається швидкий процес корозії металевих балок і обладнання. У сучасній промисловості корозія металів є однією з найактуальніших проблем, збитки від якої в промислово розвинених країнах сягають 5–10 % національного доходу. В Україні щорічна втрата в результаті корозійних процесів становить близько 100 млн грн. Значними є й непрямі збитки, серед яких – витрати на боротьбу з корозією та роботи з відновлення пошкодженого обладнання. У гірничій промисловості найчастіше використовують сталеві рамні кріплення як основний тип конструкцій для підтримки виробок. В Україні їх частка становить близько 90 % і найближчим часом ця цифра істотно не зміниться, оскільки зі збільшенням глибини розробки й ускладненням гірничо-геологічних умов зміщення порід помітно зростають, і тільки податливі конструкції сталевих кріплень можуть забезпечити у більшості випадків належний експлуатаційний стан гірничих виробок.

Існують різні способи боротьби з корозією. Ізоляція металу за допомогою нанесення захисних покриттів є найбільш поширеним методом. Основне призначення захисного покриття полягає у створенні бар'єрного шару, який перешкоджає доступу агресивних агентів до поверхні металевої конструкції та гальмує або унеможлиблює утворення продуктів корозії на межі «метал – покриття».

Щодо очищення води, то сьогодні практично всі схеми обробки шахтних вод (очищення та водопідготовка) включають різні комбінації таких методів, як біоочищення, йонний обмін, коагуляція, знезараження, окиснення, відстоювання, сорбція, фільтрація, флоатація. Можливі сотні поєднань зазначених методів, але лише невелика кількість з них придатна для промислового використання. До того ж деякі технології біохімічного та коагуляційного очищення не відповідають сучасним вимогам до якості води. Утворення значних обсягів осадів під час коагуляції потребує відведення великих площ для зберігання та утилізації відходів. Крім того, ці методи вимагають дорогих витратних матеріалів (фільтраційні завантаження, хімічні реагенти), великогабаритних водоочисних установок та високих експлуатаційних витрат, що обмежує їх застосування. Найслабшою ланкою технології є коагуляція. Серед коагулянтів найпоширенішими є солі алюмінію, використання яких супроводжується залуженням води та підвищенням її мінералізації.

Флокулянти, що вносяться для оптимізації та інтенсифікації коагуляції,

ситуацію не вирішують. Для середнього промислового підприємства коагулянт доводиться закуповувати у великих кількостях і транспортувати вагонами, що спричиняє значні витрати. З метою їх зниження коагуляцію іноді тимчасово виключають із технології, а наявні ємності використовують для природного відстоювання води. У результаті основне навантаження з очищення лягає на фільтри, які швидко виходять з ладу.

Альтернативою розв'язанню цієї проблеми є використання флокулянтів гуанідинового ряду. Привабливою властивістю таких флокулянтів для очищення шахтних вод є їхня добра розчинність та високий флокулюючий ефект. Найбільш доступним і вивченим є полігексаметиленгуанідин гідрохлорид (ПГМГ-ГХ), 30 % розчин якого випускається під торговою назвою «Акватон-10».

Для очищення шахтної води застосовували флотаційний метод, суть якого полягає у використанні властивостей поверхнево-активної речовини ПГМГ-ГХ адсорбуватися разом із забруднювачами на поверхні пухирців повітря (бульбашково-плівкова екстракція). Показано ефективність реагенту «Акватон-10» у зниженні мутності, кольоровості, видаленні важких металів, сульфат- та хлорид-іонів до значень, що відповідають санітарно-гігієнічним та екологічним вимогам до стічних вод, що дозволяє зменшити їхнє надходження в природні водойми.

Також ПГМГФ становить інтерес як антисептик для металу, що пригнічує корозійні процеси. Він має виражені поверхнево-активні властивості та високу адгезію як до гідрофільних, так і до гідрофобних поверхонь; завдяки наявності атомів азоту й фосфору ПГМГФ не має температури займання (звуглюється при 390...400 °С) [1]. Плівка полімерного антисептика ПГМГФ, нанесена на поверхню деревини, ізолює її від безпосереднього контакту з киснем повітря й доступу води в капіляри та пори, що дозволяє ефективно запобігати висолюванню антипіренів на поверхню. Захисний шар антисептика є бар'єром і для проникнення мікроорганізмів у поверхневий шар деревини повітряно-крапельним шляхом [2].

Результати досліджень динаміки біообростання дерев'яних брусків, оброблених антипіреном на основі суміші фосфатів і сульфатів амонію та антисептиком ПГМГФ, показали, що таке поверхнєве оброблення забезпечує високу ефективність біозахисту деревини [3]. З огляду на фізико-хімічні властивості антисептика, який ефективно перешкоджає проникненню повітря, вологи та мікроорганізмів у пори деревини, у подальших дослідженнях захисту металу від корозії доцільно розглянути застосування ПГМГФ як засобу проти біокорозії в шахтах, що є вкрай актуальним і важливим.

Отже комплексне вирішення проблеми очищення шахтних вод та запобігання корозії металоконструкцій є критично важливим для екологічної безпеки й сталого розвитку промисловості. Ефективне впровадження сучасних технологій, зокрема використання флокулянтів гуанідинового ряду та полімерних антисептиків, дозволяє зменшити антропогенний вплив на довкілля, підвищити довговічність обладнання й раціонально використовувати природні ресурси.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Bactericidal compositions based on polyhexamethylene guanidine hydrochloride / Z. Ospanova et al. Chemical Bulletin of Kazakh National University. 2014. No. 1. P. 33. URL: [https://doi.org/10.15328/chemb\\_2014\\_133-39](https://doi.org/10.15328/chemb_2014_133-39)
2. The influence of polyhexamethylene guanidine derivatives introduced into polyhydroxybutyrate on biofilm formation and the activity of bacterial enzymes / M. Swiontek Brzezinska et al. Applied Biochemistry and Microbiology. 2016. Vol. 52, no. 3. P. 298–303. URL: <https://doi.org/10.1134/s0003683816030170>
3. Synthesis and characterization of a guar gum-based flocculant and its flocculation-dewatering mechanism in coal mine wastewater / N. Li et al. International Journal of Biological Macromolecules. 2025. P. 142438. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.142438>