УДК 622.692

А.О. ХРУЦЬКИЙ, канд.техн.наук, доц., Ю.Г. ГОРБАЧОВ, канд.техн.наук, проф.,
О.А. ГЛАДКА, магістрант
Криворізький національний університет

ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ ЗІ ЗНИЖЕННЯ ЗНОШЕННЯ ПУЛЬПОПРОВОДІВ НА ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Гідротранспорт є одним із ключових технологічних процесів на гірничо-збагачувальних підприємствах рудної промисловості України. Він забезпечує транспортування рудної пульпи від дробильно-сортувальних комплексів до збагачувальних фабрик, а також переміщення відходів до шламових відстійників. Завдяки високій продуктивності, можливості автоматизації та порівняно невисоким експлуатаційним витратам гідротранспорт залишається основним способом внутрішньозаводського транспортування сировини на гірничих підприємствах.

Основними елементами таких систем є трубопроводи, якими транспортуються різні середовища – від чистої води до висококонцентрованих пульп із вмістом твердих частинок до 60–70 %. Особливо складні умови експлуатації характерні для пульпопроводів, які працюють при високому тиску та швидкості потоку 2,5–4,5 м/с. Постійний контакт стінок труб із твердими абразивними частинками, зокрема кварцом, призводить до інтенсивного зношування, втрати герметичності та аварійних витоків. Найбільш поширеними механізмами руйнування є гідроабразивне, корозійно-абразивне та локально кавітаційне зношення. Особливо інтенсивно воно проявляється в зонах турбулізації потоку – колінах, відводах, трійниках та вузлах приєднання.

За даними експлуатації на підприємствах гірничо-металургійного комплексу України середній термін служби сталевих пульпопроводів становить 12–18 місяців, а на окремих ділянках – лише 6–8 місяців. Це призводить до значних витрат на ремонт і заміну труб, простоїв технологічних ліній та екологічних ризиків.

Метою дослідження є підвищення ресурсу та економічної ефективності експлуатації трубопроводів систем гідротранспорту абразивних пульп на рудних гірничо-збагачувальних комбінатах шляхом наукового обґрунтування комплексу методів захисту від зношування.

Проведено аналіз традиційної системи критеріїв оцінювання ефективності захисту трубопроводів, до якої входять довговічність, надійність, гідравлічна ефективність, технологічність та економічність. Встановлено, що така система не повністю відповідає сучасним вимогам, оскільки не враховує екологічні та безпекові аспекти експлуатації. У зв'язку з цим запропоновано розширену систему критеріїв, яка додатково включає показники екологічності та безпеки. Оцінювання ефективності методів захисту пропонується здійснювати на основі поєднання числових параметрів та експертних оцінок, що дозволяє комплексно враховувати технічні, економічні та екологічні фактори.

Проведено порівняльний аналіз сучасних методів захисту від зношування. Встановлено, що керамічні та базальтові матеріали характеризуються найвищою зносостійкістю та довговічністю, але мають значну вартість і складність монтажу. Поліуретанові та поліетиленові вкладиші забезпечують високу гідравлічну ефективність завдяки гладкій поверхні, проте поступаються за довговічністю при високому абразивному навантаженні. Гумування відзначається відносно низькою вартістю та задовільною гідравлічною ефективністю, що робить його доцільним для менш навантажених ділянок. Наплавлення твердосплавних матеріалів забезпечує високу зносостійкість, але характеризується значною технологічною складністю та вартістю.

На основі проведеного аналізу розроблено дерево прийняття рішень щодо вибору методу захисту трубопроводів залежно від умов експлуатації, рівня абразивності пульпи, швидкості потоку та економічних обмежень. Запропонована схема поєднує жорсткі критерії відбору з рекомендаційними пріоритетами та дозволяє визначити оптимальне рішення або їх комбінацію. Для спрощених умов експлуатації запропоновано використання поліетиленових або гумових вкладишів; при середньому рівні абразивного зношування доцільним є застосування поліуретану або базальтових труб; для максимальної довговічності рекомендуються керамічні футерування, наплавлення або змінні футеровані секції