

ВПЛИВ ІТРИЮ НА КОРОЗІЙНО–ЕРОЗІЙНУ СТІЙКІСТЬ НАПЛАВЛЕНОГО МЕТАЛУ 07X19H11M3 В УМОВАХ СУЛЬФАТНОГО ВІДДІЛЕННЯ КОКСОХІМІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

© М.С. Бічев¹

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ім. О.М.БЕКЕТОВА, 61002, м. Харків, вул. Черноглазівська, 17, Україна

¹ Бічев Максим Сергійович, аспірант кафедри хімії та інтегрованих технологій, ORCID: 0009-0001-4708-952X, e-mail: Maksym.Bichev@kname.edu.ua

У роботі досліджено корозійно–ерозійну стійкість наплавленого металу типу 07X19H11M3 у середовищах сульфатного відділення коксохімічного виробництва. Показано, що маточні розчини, які містять сірчану кислоту, сульфат амонію та агресивні домішки (хлориди, роданіди), характеризуються високою корозійною активністю та сприяють розвитку локалізованих форм руйнування, зокрема пітингу та міжкристалітної корозії. Встановлено, що ерозійне зношування обумовлене ударною дією кристалів сульфату амонію і має виражений синергетичний характер у поєднанні з електрохімічними процесами розчинення металу. Проведено комплекс гравіметричних та електрохімічних досліджень, включаючи поляризаційні вимірювання, а також випробування на корозійно–ерозійне зношування у струминному потоці, що імітує реальні умови експлуатації обладнання. Показано, що мікролегування ітрієм (0,002–0,003 % мас.) сприяє підвищенню стабільності пасивного стану, зниженню густини анодних струмів, розширенню області пасивації та вирівнюванню електрохімічної гетерогенності зварних з'єднань. Встановлено зменшення швидкості ерозійного зношування на 35–45 % порівняно з немодифікованим металом. На основі експериментальних даних підтверджено застосовність моделей Finnie та Ока для кількісного опису ерозійного руйнування в досліджуваних умовах. Визначено зниження показника ступеня швидкості (n) та коефіцієнтів моделей після мікролегування, що свідчить про зменшення чутливості матеріалу до гідродинамічних факторів та абразивної дії частинок. Показано, що підвищення корозійно–ерозійної стійкості обумовлено модифікацією мікроструктури металу, стабілізацією та ущільненням пасивних плівок, зменшенням дефектності меж зерен і підвищенням опору локальній пластичній деформації. Обґрунтовано доцільність використання мікролегованих ітрієм наплавлених матеріалів для підвищення ресурсу та надійності обладнання сульфатних відділень коксохімічних підприємств.

Ключові слова: корозія, ерозія, сульфатне відділення, наплавлений метал, ітрій, пасивні плівки, моделі Finnie та Ока

Автор для листування М.С.Бічев, e-mail: Maksym.Bichev@kname.edu.ua

Рукопис надійшов до редакції 24.03.2026

Прийнято до публікації 25.05.2026

Опубліковано 29.05.2026

Як цитувати:

1. Бічев М.С. Вплив ітрію на корозійно–ерозійну стійкість наплавленого металу 07X19H11M3 в умовах сульфатного відділення коксохімічного виробництва / М.С. Бічев // Вуглекімічний журнал. – 2026. – № 3. – С. 39-48. <https://doi.org/10.31081/1681-309X-2026-0-3-39-48>

2. Bichev, M. S.. (2026). Vplyv itriiu na koroziiino–eroziinu stiikest naplavlenoho metalu 07Kh19N11MZ v umovakh sulfatnoho viddilennia koksohimichnoho vyrobnytstva. *Vuhlekhimichnyi Zhurnal*, (3), 39-48. <https://doi.org/10.31081/1681-309X-2026-0-3-39-48>

Як отримати повний текст статті:

- протягом 2-х років від дати опублікування – за запитом на e-mail: post@ukhin.org.ua

- після 2-х років від дати опублікування – вільний доступ у базі даних «Наукова періодика України» НБУ ім.

Вернадського за посиланням:

http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=juu_all&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=0&S21COLORTERMS=0&S21STR=uhj

Ця стаття ліцензується відповідно до міжнародної ліцензії Creative Commons Attribution 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Бібліографічний список

1. Bichev M. S. Effect of rare earth metals on cavitation and corrosion resistance of AISI 316L welded overlay / M.S. Bichev, S.V. Nesterenko, L.P. Bannikov, O.V. Savvova// *Problems of Atomic Science and Technology*. – 2026. – No. 2. – P. 100–105. <https://doi.org/10.46813/2025-156-100>

2. Finnie I. Erosion of surfaces by solid particles / I. Finnie // *Wear*. – 1960. – Vol. 3. – P. 87–103. [https://doi.org/10.1016/0043-1648\(60\)90055-7](https://doi.org/10.1016/0043-1648(60)90055-7)
3. Oka Y. Practical predictive equation for erosion damage caused by solid particle impact / Y. Oka, K. Okamura, T. Yoshida // *Wear*. – 2005. – Vol. 259. – P. 95–101. <https://doi.org/10.1016/j.wear.2005.01.039>
4. Efimenko N. G. Complex evaluation of yttrium influence on welded joints / N. G. Efimenko // *Automatic Welding*. – 2003. – No. 8. – P. 18–24.
5. Bai Y. Electrochemical corrosion behavior of stainless steel with modified passive films / Y. Bai, S. Zheng, N. Liu et al. // *Coatings*. – 2024. – Vol. 14. – Art. 465. <https://doi.org/10.3390/coatings14040465>
6. Zhang J. Enhanced corrosion resistance of stainless steels via surface film modification / J. Zhang, Y. Sun, S. Zhang // *Materials Today Communications*. – 2024. – Vol. 39. – Art. 109185. <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2024.109185>
7. Shi W. Influence of rare-earth alloying on passive film properties of stainless steels / W. Shi, S. Yang, J. Li // *Scientific Reports*. – 2018. – Vol. 8. – Art. 4830. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-23251-1>
8. Luo D. Characterization of passive film structure and semiconductive properties on austenitic stainless steels / D. Luo, M. Liu // *Crystals*. – 2022. – Vol. 12. – Art. 305. <https://doi.org/10.3390/cryst12030305>
9. Ma X. Effects of surface treatment on passive film composition and electronic properties of stainless steels / X. Ma, J. Zhao // *Applied Surface Science*. – 2019. – Vol. 493. – P. 414–425.
10. Wang C. Effects of rare earth modifying inclusions on pitting corrosion of 13Cr4Ni steel / C. Wang, R. Ma, Y. Zhou et al. // *Journal of Materials Science & Technology*. – 2021. – Vol. 93. – P. 232–243. <https://doi.org/10.1016/j.jmst.2021.02.012>
11. Liu X. Effect of rare earth metals on passivation of UNS S31803 duplex stainless steel / X. Liu, D. Ju, L. Chen // *Construction and Building Materials*. – 2024. – Vol. 421. – Art. 135644. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.135644>
12. Zhao L. Effect of Ce on inclusion modification and corrosion resistance of 316L stainless steel / L. Zhao, J. Yang, X. Fu // *Materials*. – 2024. – Vol. 18. – Art. 69. <https://doi.org/10.3390/ma18010069>
13. Zhang L. Effect of cerium on inclusion evolution and pitting corrosion of Nb–microalloyed steel / L. Zhang, Y. Yu, J. Zhang et al. // *Langmuir*. – 2024. – Vol. 40. – P. 15001–15012. <https://doi.org/10.1021/acs.langmuir.4c01500>
14. Aribo A. S. Erosion–corrosion behaviour of lean duplex stainless steels in 3.5% NaCl solution / A. S. Aribo, R. Barker, X. Hu, A. Neville // *Wear*. – 2013. – Vol. 302. – P. 1602–1608. <https://doi.org/10.1016/j.wear.2013.01.107>
15. Rao P. Erosion–corrosion of materials in industrial equipment: A review / P. Rao, L. Mulky // *ChemElectroChem*. – 2023. – Vol. 10. – Art. e202300152. <https://doi.org/10.1002/celec.202300152>
16. Sekar A. A comprehensive review on synergistic effects of erosion–corrosion / A. Sekar, A. R. Bennet // *Corrosion Reviews*. – 2023. – Vol. 41. – No. 4. – P. 399–416. <https://doi.org/10.1515/corrrev-2023-0021>
17. Kuruvila R. Erosion–corrosion behavior of engineering materials / R. Kuruvila, S. T. Kumaran, M. A. Khan, M. Uthayakumar // *Corrosion Reviews*. – 2018. – Vol. 36. – No. 5. – P. 435–447. <https://doi.org/10.1515/corrrev-2018-0020>
18. Prozhega M. V. Experimental study of erosion–corrosion wear of materials / M. V. Prozhega, N. A. Tatus, S. V. Samsonov et al. // *Journal of Friction and Wear*. – 2014. – Vol. 35. – No. 2. – P. 155–160. <https://doi.org/10.3103/S106836661402010X>
19. Bai Y. The role of rare earths on steel corrosion mechanism / Y. Bai, S. Zheng, N. Liu et al. // *Coatings*. – 2024. – Vol. 14. – Art. 465. <https://doi.org/10.3390/coatings14040465>
20. Han X. Enhanced pitting corrosion resistance of nanostructured AISI 304 stainless steel / X. Han, P. Wei, Y. Zhao et al. // *Nanomaterials*. – 2023. – Vol. 13. – Art. 318. <https://doi.org/10.3390/nano13020318>
21. Lv J. Surface enriched molybdenum enhancing corrosion resistance of 316L stainless steel / J. Lv, T. Liang, C. Wang // *Materials Letters*. – 2016. – Vol. 171. – P. 251–254. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2016.02.049>