

5. Yevtushenko N. S. Simulation model of production management in foundry production / Yevtushenko N. S. // Інформаційні технології в сучасному світі: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. здобув. вищої освіти і молодих учених; Держ. біотехн. ун-т. – Харків, 2025. – С. 433-434.

6. Ponomarenko O., Yevtushenko N., Saithareiev L., Yevtushenko S., Dzhanikian A. (2025). Modern Methods for Synchronizing the Operation of Subsystems of the Foundry Workshop. In: Ivanov, V., Silva, F.J.G., Trojanowska, J., Pinto, A.M.G. (eds) Advances in Design, Simulation and Manufacturing VIII. DSMIE 2025. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-95211-1_8.

7. Євтушенко Н. С. Використання 3D-технологій для вдосконалення процесу лиття / Євтушенко Н. С., Пономаренко О. І., Масалітіна О. В. // Неметалеві вкращення і гази у ливарних сплавах: зб. тез 17-ї Міжнар. наук.-техн. конф.; Нац. ун-т «Запорізька політехніка». – Запоріжжя, 2025. – С. 122-124.

Євтушенко Н. С., Семенов Є. О.
(Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків)
ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ
У МЕТАЛУРГІЇ
E-mail: natalya0899@ukr.net

Металургійна галузь є однією з найважливіших складових індустріального розвитку суспільства, адже вона забезпечує різні сфери економіки матеріалами та конструкційними елементами. Разом із тим металургійне виробництво належить до найбільш екологічно небезпечних видів промислової діяльності. Будь-яке інженерно-технологічне рішення, яке застосовується у виробництві сталі, чавуну чи кольорових металів, прямо або опосередковано впливає на стан довкілля. Тому аналіз екологічних наслідків у цій сфері має важливе значення для зниження рівня техногенного навантаження та забезпечення сталого розвитку[1-3].

Найбільшу загрозу природі створюють традиційні технології виплавки металів у доменних, мартенівських та електропечах. Ці процеси супроводжуються викидами пилу, діоксиду вуглецю, оксидів азоту й сірки, що значно забруднюють атмосферу. Інженерні рішення, пов'язані з вибором типу печей, систем фільтрації та очистки газів, безпосередньо визначають рівень екологічного впливу виробництва [4]. У випадку застарілих технологій концентрація шкідливих речовин у повітрі перевищує допустимі норми, що веде до погіршення стану здоров'я населення та руйнування природних екосистем.

Не менш важливим є питання впливу металургії на гідросферу. У процесі охолодження агрегатів та переробки руди використовуються великі обсяги води. Якщо інженерно-технологічні рішення щодо очищення стічних вод не впроваджені належним чином, у водойми потрапляють токсичні сполуки важких металів, феноли, масла та інші небезпечні домішки. Це призводить до деградації водних біоценозів, погіршення якості питної води й підвищення ризику для здоров'я людини. Тому сучасні металургійні підприємства все частіше застосовують замкнуті системи водопостачання та ефективні методи хімічної нейтралізації відходів.

Особливу увагу необхідно приділити проблемі твердих відходів металургійного виробництва. Шлаки, зола, пилові відходи накопичуються у величезних обсягах і потребують раціональної утилізації. Неефективні інженерні рішення у цій сфері створюють загрозу забруднення ґрунтів і підземних вод, а також займають значні площі земель [5-6]. Проте сучасні технологічні підходи дозволяють частково перетворювати металургійні відходи на вторинну сировину для будівельної промисловості, дорожнього будівництва та інших сфер. Таким чином, правильний вибір інженерних рішень сприяє не лише зменшенню екологічних ризиків, а й підвищенню економічної ефективності підприємств.

Одним із найактуальніших викликів сьогодення є проблема викидів парникових газів. Металургія є одним із провідних джерел глобальних викидів CO₂, що стимулює пошук інноваційних технологічних рішень. Використання водневої металургії, розвиток електрометалургійних процесів із застосуванням

відновлюваних джерел енергії, а також вдосконалення систем уловлювання й зберігання вуглецю розглядаються як перспективні напрями зменшення негативного впливу на клімат [7]. Таким чином, інженерні рішення у металургії можуть відігравати ключову роль у досягненні міжнародних цілей із декарбонізації.

Сучасна екологічна стратегія в металургії передбачає поєднання технічних, економічних і організаційних заходів. Вибір інженерно-технологічних рішень має базуватися не лише на критеріях продуктивності та вартості, але й на довгострокових екологічних наслідках. Важливим є застосування принципів «чистого виробництва», коли технології спочатку проєктуються з урахуванням мінімізації впливу на довкілля [8]. Це вимагає високого рівня професійної підготовки інженерів, розвитку наукових досліджень і міжнародного співробітництва у сфері екологічної безпеки металургії.

Отже, екологічні наслідки інженерно-технологічних рішень у металургії є багатогранними й охоплюють атмосферу, гідросферу, ґрунти та кліматичні системи. Від того, наскільки ефективно розроблятимуться та впроваджуватимуться нові технології, залежить майбутній баланс між промисловим розвитком і збереженням довкілля. Металургія, будучи однією з базових галузей економіки, повинна поступово трансформуватися у напрямі екологізації виробництва, що забезпечить сталий розвиток суспільства та зниження техногенного навантаження на природу.

Література

1. Твердохлебова Н. Є. Регіональні аспекти управління екологічною безпекою в умовах сталого розвитку / Н. Є. Твердохлебова, Н. С. Євтушенко // Сучасні технології у промисловому виробництві: матеріали та програма 9-ї Всеукр. наук.-техн. конф. – Суми: Сумський державний університет, 2024. – С. 176-177.
2. Yevtushenko N. S. Competences in the digital sphere of mechanical engineering specialists / Yevtushenko N. S., Vorobyov M. M. // Інформаційні

технології у сучасному світі: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти і молодих вчених. – Харків: ДБТУ, 2024. – С. 262-263.

3. Євтушенко Н. С. Екобезпека в умовах ливарного цеху / Н. С. Євтушенко, Є. О. Семенов // Литво. Металургія. 2025. – Харків, Київ, 2025. – С. 118-120.

4. Ponomarenko O., Yevtushenko N., Akimov O., Vasilets V., Lopes H. (2025). Study of the Laws of Random Fluctuations in the Parameters of Foundry Processes and the Quality of Castings. Innovations in Mechanical Engineering IV. icieng 2025. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-93554-1_36

5. Yevtushenko N. S. Simulation model of production management in foundry production / Yevtushenko N. S. // Інформаційні технології в сучасному світі: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. здобув. вищої освіти і молодих учених; Держ. біотехн. ун-т. – Харків, 2025. – С. 433-434.

6. N. S. Yevtushenko, Tverdokhliebova N. Ye. Methods for assessing incidence in foundry employees: subjective and objective approaches // Литво. Металургія-2024: матеріали 20-ї Ювілейної Міжнар. наук.-практ. конф. – Харків, Київ, 2024. – С. 103-105.

7. Євтушенко Н. С. Значення інженерної освіти в системі охорони праці / Н. С. Євтушенко, Є. О. Семенов // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доп. 33-ї міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD-2025. – Харків: НТУ «ХПІ», 2025. – С. 490.

8. Євтушенко Н. С. Інноваційні рішення для екологічних змін / Н. С. Євтушенко, О. В. Сухенко // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доп. 33-ї міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD-2025. – Харків: НТУ «ХПІ», 2025. – С. 491.