

С.Г. САВЕЛЬЕВ, Г.В. ГУБІН, доктори техн. наук, проф., Т.П. ЯРОШ, В.В. ПЛОТНИКОВ,
Д.Ю. БАБОШКО, кандидати техн. наук, доценти
Криворізький національний університет

СУЧАСНИЙ СТАН І НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЙ «ЗЕЛЕНОЇ» МЕТАЛУРГІЇ

Сучасний рівень розвитку металургійної промисловості, яка входить до числа найбільш великих галузей, що викидають вуглецевий газ в атмосферу (близько 8 % усього світового об'єму), ставить життєво важливим завданням декарбонізацію всього технологічного ланцюга виробництва чорних металів [1]. Метою декарбонізації є зменшення глобального потепління Землі, спровокованого діяльністю людини. Рішенню цієї задачі присвячена діяльність учених і виробників багатьох країн світу. Їх зусиллями за останні півстоліття розроблені, випробувані та подекуди впроваджені технології виробництва сталі, які істотно зменшують так званий «вуглецевий слід», а в деяких проектах гранично близько наближаються до його нульового рівня.

Запозичені з політичного лексикону вирази «зелена металургія» та «зелена сталь» не мають чіткого загальновизнаного тлумачення, що ускладнює розуміння справжнього змісту цих виразів у конкретних випадках вживання. На сучасному етапі розвитку чорної металургії та технології отримання її головного продукту для позначення їх екологічного змісту та походження замість слова «зелена» переважніше було б вживати більш підходящі по сенсу слова, наприклад, «низьковуглецева» або «маловуглецева» сталь.

Оскільки в найбільш поширеній сьогодні двоступінчастій схемі виробництва сталі – «доменна піч - кисневий конвертер» – бруднішою є перша стадія з прилеглими до неї виробництвами агломерату та коксу, увага учених була спрямована, передусім, на усунення саме цієї стадії процесу отримання металу. Так сформувалася безкоксва металургія заліза, продукція якої в 2023 році склала 8,4 % від загального виробництва сталі, і на сьогодні зберігається тенденція до подальшого збільшення обсягу виробництва заліза безкоксними технологіями.

Найбільше поширення серед способів безкоксової металургії отримали ті, що здійснюються в шахтних печах з використанням газоподібного відновника та джерела тепла, – Midrex, Energiron ZR, HYBRIT тощо [2]. Вони є основою більшості проектів уже працюючих або споруджуваних і планованих підприємств у різних точках земної кулі, що націлені на реалізацію ідей зеленої металургії за схемою «залізо прямого відновлення - електродугова піч». При цьому, разом з розширенням обсягів виробництва, триває вдосконалення цих технологій у напрямку підвищення енергоефективності, зниження вимог до якості та розширення асортименту використовуваних матеріалів.

Перспективним напрямком вважається використання водню в технологіях одержання заліза. Однак у зв'язку зі значною дорожнечою способів отримання водню хорошу перспективу мають бездоменні способи виробництва чавуну, що не застосовують процеси агломерації руди та коксування вугілля, з яких найбільший інтерес представляє процес HIsarna [3].

Перехід до повноцінної зеленої металургії неможливий без величезних інвестицій, підкріплених послідовною державною підтримкою. Позитивним прикладом у цьому сенсі є Швеція, де завдяки належному фінансуванню в двох містах – Елліваре та Бодені успішно реалізуються проекти створення виробництва зеленої сталі з річною продуктивністю 1,25 і 2,5 млн. т відповідно [4].

Список літератури

1. Liyuan Chai, Yunyan Wang, Zhumei Sun, Mengying Si, Yanjie Liang, Xiaobo Min. Innovative Development Strategy of Green Metallurgy. Strategic Study of CAE, 2022, 24(2): 10–21. doi.org/10.15302/J-SSCAE-2022.02.004.
2. Губін Г.В., Півень В.О. Сучасні промислові способи безкоксової металургії заліза. – Кривий Ріг: Криворізький технічний університет, БАТ «Інгулецький гірничо-збагачувальний комбінат». 2010. – 336с.
3. MIDREX® Process: Transition from natural gas to hydrogen direct reduction at your own pace. MidrexFlex®. <https://www.midrex.com/technology/midrex-process/midrex-flex/>
4. Fossil-freesteel – a joint opportunity! HYBRIT Fossil-freesteel <https://www.hybrit.development.se/en>, https://www.hybrit.development-se.translate.google/en/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=ru&_x_tr_hl=ru&_x_tr_pto=sc.