

С.Г. САВЕЛЬЄВ, д-р техн. наук, проф.; Т.П. ЯРОШ, канд. техн. наук, доц.;
О.В. БАБАЄВСЬКА, ст. викладач; Д.С. БУГАЄНКО, студентка
Криворізький національний університет

СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПІРОМЕТАЛУРГІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ГРАФІТОВОГО ПИЛУ ТА МАЗУТУ

Підвищення ефективності пірометалургійних процесів шляхом використання побічних продуктів є актуальним напрямком розвитку сучасної чорної металургії, оскільки традиційні методи виробництва потребують значних енергетичних та матеріальних ресурсів, а також мають високі капітальні та експлуатаційні витрати на підготовку сировини та палива. Так, у процесі доменного виробництва чавуну використовується додаткове паливо у вигляді суміші вугілля з певним вмістом летучих речовин, що потребує складної підготовки та обмежує можливості ресурсозбереження. Водночас, графітовий пил, що виділяється з чавуну під час технологічних операцій, є цінним техногенним відходом з високим вмістом вуглецю та заліза, який здатний забезпечити одночасне зниження енергетичних витрат та часткову заміну залізородних компонентів шихти. Це робить графітовий пил перспективним ресурсним матеріалом, придатним до використання у пірометалургійних процесах. Крім вказаних переваг, утилізація графітовмісних відходів приведе до покращення санітарно-гігієнічних умов праці на робочих місцях в металургійних цехах, а також поліпшить стан навколишнього середовища в регіонах розташування металургійних підприємств.

Для підвищення ефективності пірометалургійних процесів графітовий пил подають у робочий простір металургійного агрегату, як додаткове паливо [1]. З цією метою графітовий пил, що виділяється з рідкого чавуну, накопичують та подають під надлишковим тиском газоподібну складову металургійного процесу, використовуючи її як транспортуючий агент для забезпечення рівномірного розподілу частинок пилу у високотемпературній зоні агрегату. Для підвищення теплоти внесення та енергетичної ефективності до складу додаткового палива включають малозольний малосірчистий мазут (М), витрата якого (кг/кг графітового пилу) визначається залежно від вмісту (%) вуглецю у графітовому пилу (Сп) за емпіричною формулою: $M = 2,973 - 0,032 \cdot C_p$. Перед використанням мазут підігрівають до 70–80 °С, що зменшує його в'язкість та забезпечує стабільну подачу.

Хімічний склад виділеного графітового пилу залежно від технологічної операції коливається в широких межах. Основними складовими графітового пилу є вуглець (20–80 %), залізо (20–50 %) у вигляді $Fe_{мет}$, FeO і Fe_2O_3 та інші домішки (10–20 %). Гранулометричний склад графітового пилу представлений частинками графіту, крупність яких на 85 % складається з частинок фракції мінус 0,315 мм; з них близько 40 % - частинки класу мінус 0,08 мм.

При подачі в доменну піч пил вводять у потік повітряного дуття безпосередньо перед фурмою під надлишковим тиском, що забезпечує рівномірне розподілення твердо-газової суміші. Під час процесу частинки графіту згорають, а оксиди заліза відновлюються та включаються у металеву фазу, зменшуючи витрати коксу та залізівмісних компонентів шихти.

Розрахункові дані свідчать, що теплота згорання графітового пилу коливається в межах 12,25–18,04 МДж/кг, а маса заліза, відновленого завдяки його використанню, становить 150,4–381,4 г/кг пилу. Ресурсозбереження при цьому досягає 0,4–0,6 кг/кг пилу твердого палива, що містить 90 % вуглецю, та 0,3–0,7 кг/кг залізівмісних шихтових матеріалів, що містять 57,4 % заліза. Одночасне вдування підігрітого мазуту під гострим кутом до основного потоку високотемпературної газової складової забезпечує підвищення теплоти внесення, покращує розподіл палива та зменшує надходження шкідливих та баластних речовин у металургійний агрегат.

Таким чином, запропонований спосіб дозволяє підвищити техніко-економічну ефективність пірометалургійних процесів в результаті зменшення енергетичних та матеріальних витрат, сприяє покращенню санітарно-гігієнічних умов праці та зниженню негативного впливу графітового пилу на навколишнє середовище.

Список літератури

1. Ярош Т.П., Савельєв С.Г. Спосіб підвищення ефективності пірометалургійних процесів шляхом використання графітового пилу та мазуту : пат. 160937 Україна ; С21В 5/02 (2006.01) ; № у 2025 01199 ; заявл. 20.03.2025 ; опубл. 22.10.2025, Бюл. № 43.