

Список литературы

1. *Товаровский И.Г.* V Международный конгресс доменщиков “Производство чугуна на рубеже столетий” / И. Г. Товаровский, В.П. Лялюк // Сталь. – 1999. – №9. – С. 5-10.
2. *Лялюк В.П.* Качество кокса и перспективы доменной плавки / В.П. Лялюк, Д.А. Мучник, Д.А. Кассим, Е.О. Шмельцер. – Москва, Вологда: “Инфра-Инженерия”, 2020. – 208 с.

УДК 669.162

В. П. Лялюк¹, С. В. Кетлер², Д. О. Кассим¹, Є. В. Чупринов¹, І. А. Ляхова¹

1 – Криворізький металургійний інститут НМетАУ, м. Кривий Ріг

2 – ПАТ “АрселорМіттал Кривий Ріг”, м. Кривий Ріг

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КУСКОВОГО АНТРАЦИТУ В ДОМЕННІЙ ПЛАВЦІ

Одним із шляхів підвищення ефективності доменної плавки, разом з забезпеченням високої якості коксу, є реалізація технологій заміщення коксу дешевшими видами металургійного палива. В умовах коливання цін на кокс і природний газ, а також для підприємств, де ще не реалізована технологія вдування ПВП, використання кускового антрациту для часткової заміни коксу дозволяє одержувати високий прибуток. Дана технологія розроблена вченими КМІ НМетАУ, ІЧМ НАН України разом зі спеціалістами комбінату “Криворіжсталь” (в даний час ПАТ “АрселорМіттал Кривий Ріг”), на якому ця технологія була найбільш широко реалізована [1].

Початок розробки цієї технології відноситься до 2000 року. Вже у 2005 році вдалося вийти на завантаження в доменні печі антрациту до 55 кг/т чавуну в середньому за рік і до 70-85 кг/т чавуну в окремі місяці при зниженні витрат коксу до 384-417 кг/т чавуну. Більш високі місячні і середньорічні результати стримувалися недостатніми поставками на комбінат антрациту. Особливо це позначилося на подальшому освоєнні цієї технології в 2006 році, коли змінився постачальник антрациту.

Технологія завантаження антрациту включає, перш за все (перша обов’язкова умова), переведення доменних печей з циклічної змішаної системи завантаження залізородних матеріалів і коксу, наприклад, (ЗААКК↓ 2ККАА↓) на роздільну, напри-

клад, (AAAAA↓ KKKKK↓) зі значним збільшенням маси подачі. Маса порції рудних матеріалів на доменних печах об'ємом 2000 м³ дорівнювала 60-85 т, на печі об'ємом 2700 м³ – 80-104 т, а на доменній печі об'ємом 5000 м³ – 110-124 т. при рудному навантаженні на кокс 3,5-3,8 т/т в залежності від якості коксу і агломерату. Значна товщина шарів коксу забезпечує перерозподіл газового потоку під кожним рудним шаром, в результаті чого поліпшується обробка газом рудних матеріалів в районі “рудного гребеня”. Це дає додатковий позитивний ефект. Переведення доменних печей на нову систему завантаження при збільшенні маси рудної подачі забезпечило більшу товщину шарів коксу в стовпі шихти доменної плавки і, особливо, “кокових вікон” в зоні “когезії”, що дозволило без ускладнень замінити частину коксу антрацитом.

Другою обов'язковою умовою використання даної технології є завантаження антрациту спільно з залізорудною частиною шихти, що виключає “засмічення” кокових шарів дріб'язком при руйнуванні вугілля і забезпечує практично повну газифікацію дріб'язку киснем шихти. Введення твердого відновника в шар залізорудних матеріалів дозволяє активізувати протікання реакцій прямого відновлення за рахунок вуглецю антрациту. Це може сприяти зниженню участі в реакціях прямого відновлення вуглецю коксу. Крім того, за рахунок зниження участі коксу в протіканні реакцій прямого відновлення і Белла-Будуара, можна очікувати збереження міцності і середніх розмірів кусків коксу по висоті печі у порівнянні з технологією без антрациту.

Третьою обов'язковою умовою використання технології завантаження антрациту є раціональний розподіл антрациту по радіусу печі. Попередження захаращення горну можливе при завантаженні антрациту в периферійну або проміжну зони колошника печі, де гарантована інтенсивна газифікація вуглецю антрациту киснем шихти та діоксидом вуглецю газової фази. В цій зоні залишки вуглецю скоріше попадуть в окислювальні зони фурмених вогнищ і газифікуються киснем шихти.

З метою додаткового зниження витрати коксу за рахунок збільшення витрати кускового антрациту, що завантажуються в піч, при недопущенні захаращення горну доменної печі, був розроблений спосіб доменної плавки, який передбачає циклічну зміну питомої витрати антрациту [2]. Досліди на доменних печах комбінату “Криворіжсталь” показали, що зниження витрати кускового антрациту нижче 60 кг/т чавуну не забезпечує достатньо високий коефіцієнт заміни коксу антрацитом, а при витраті антрациту більше 90 кг/т чавуну розвивається захаращення горну доменної печі. Тому розроблений спосіб [2] включає циклічну зміну кількості завантаженого на колошник печі кускового антрациту на заміну коксу, причому період роботи доменної печі при

питомій витраті антрациту 60-70 кг/т чавуну дорівнює 15-30 діб, а період роботи печі при питомій витраті антрациту 80-90 кг/т – 7-12 діб. Тривалість періодів рівного ходу печей при витратах антрациту 60-70 і 80-90 кг/т чавуну встановлені з досліджень роботи доменних печей комбінату.

Список літератури

1. *Лялюк В.П.* Теоретичні та практичні основи використання кускового антрациту в доменній плавці / В.П. Лялюк, Й.Г. Товаровський, Д.О. Кассім, І.А. Ляхова. – Кривий Ріг: Дионат, 2016. – 312 с.
2. Патент №113207 Україна. Спосіб доменної плавки / В.П. Лялюк, Д.О. Кассім, В.М. Онопа, І.А. Ляхова // 2017. – Бюл. №2.

УДК 669.162

В. П. Лялюк, Д. О. Кассим, І. А. Ляхова, Є. В. Чупринов

Криворізький металургійний інститут НМетАУ, м. Кривий Ріг

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ ДОМЕННІЙ ПЛАВКИ З ВДУВАННЯМ ПВП ТА З ЗАВАНТАЖЕННЯМ КУСКОВОГО АНТРАЦИТУ НА ДОМЕННІЙ ПЕЧІ ОБ'ЄМОМ 5000 М³

Найважливішим напрямком підвищення конкурентоспроможності доменного виробництва та успішного його функціонування є заміщення частини коксу вугіллям. В даний час його доцільно здійснювати двома способами – вдуванням пиловугільного палива в фурми доменної печі (до 200-250 кг/т чавуну) або завантаженням кускового антрациту через колошник (до 70-90 кг/т чавуну) з коефіцієнтом заміщення коксу цими видами палива 0,8-1,0 кг/кг.

На доменній печі №9 об'ємом 5000 м³ ПАТ “АрселорМіттал Кривий Ріг” з 2003 по 2015 роки використовували технологію завантаження у піч кускового антрациту, а в 2016 році впровадили технологію вдування ПВП, тому з'явилася можливість порівняти ці дві технології.

Порівняння роботи печі при найбільших витратах антрациту і ПВП показує, що при витраті антрациту 72,8 кг/т з вдуванням природного газу 27 м³/т (лютий 2006 року) і вдуванні ПВП в кількості 101,1 кг/т (листопад 2016 року) маємо зниження факти-