

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 М<sup>3</sup>**

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 м<sup>3</sup> 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 м<sup>3</sup>/т (лютий 2006 року) і вдуванні ПВП в кількості 101,1 кг/т (листопад 2016 року) маємо зниження факти-

чної витрати коксу з 459,7 до 418,2 кг/т чавуну при вдуванні ПВП. Однак після приведення витрати коксу до однакових умов цей результат дещо нівелюється, різниця всього 1 кг/т, тобто при таких низьких витратах ПВП досягти потенційних переваг технології вдування ПВП перед технологією завантаженням кускового антрациту поки що не вдалося.

Порівняння результатів роботи печі з використанням однієї й іншої технологій в періоди, коли на печі №9 мали місце мінімальні витрати коксу, також поки свідчить не на користь технології вдування ПВП на цій доменній печі. Так, в лютому 2006 року на печі при середньомісячній витраті антрациту 57,2 кг/т і витраті природного газу 89,9 м<sup>3</sup>/т фактична витрата коксу становила 400,1 кг/т чавуну, а в травні 2016 року було отримано мінімальну фактичну витрату коксу 408,2 кг/т при витраті ПВП 92 кг/т. Приведена до однакових технологічних і шихтових умов доменної плавки витрата коксу і в цьому випадку свідчить поки не на користь технології вдування ПВП (400,1 кг/т проти 408,5 кг/т).

Порівняння результатів роботи печі в кращий 2005 рік використання технології завантаження кускового антрациту з першим роком (2016 р.) освоєння на доменній печі №9 технології вдування ПВП показує, що при середньорічній витраті кускового антрациту 41,7 кг/т та витраті природного газу 89,3 м<sup>3</sup>/т мала місце фактична витрата коксу 427,4 кг/т, в той час як при середньорічній витраті ПВП 73,7 кг/т фактична витрата коксу виявилася на рівні 444,8 кг/т (приведена 437,7 кг/т). Приведена до однакових умов витрата коксу також поки не показує переваги технології з вдуванням ПВП. Однак слід зазначити, що в періоди вдування ПВП з організаційних причин мала місце більш висока продуктивність доменної печі (7469 та 8348 т/добу).

Порівняння результатів роботи печі в кращий рік використання технології завантаження кускового антрациту (2005 р.) з другим роком (2017 р.) освоєння на доменній печі №9 технології вдування ПВП, коли витрата ПВП зросла до 86,0 кг/т показує, що добова продуктивність печі, як фактична, так і приведена, знизилася на 272 та 484 т, відповідно, в порівнянні з завантаженням антрациту. Фактична витрата коксу у 2017 році дещо знизилася (413,3 кг/т на 4,1 кг/т), але приведена витрата коксу склала 429,5 кг/т, що на 2,1 кг/т більше, ніж у 2005 році, при використанні технології завантаження в піч кускового антрациту.

2018 рік взагалі не підлягає розгляду, тому що на печі №9 була дуже важка аварія і середня річна витрата коксу була 472,1 кг/т при витраті ПВП 30,2 кг/т чавуну.

У 2019 році ці показники дещо кращі, так при витраті ПВП 91,7 кг/т витрата коксу склала 415,2 кг/т чавуну.

Враховуючи результати роботи печі №9 на двох технологіях, ще раз відзначимо, що, як відомо із світової практики, вдування ПВП забезпечує найвищі техніко-економічні показники роботи доменних печей при витратах ПВП не менше 200 кг/т чавуну. В іншому випадку термін окупності капіталовкладень виявляється занадто великим. В той же час технологія завантаження в піч антрациту взагалі не потребує додаткових капіталовкладень і забезпечує достатньо високий дохід підприємству.

При аналізі результатів технології вдування ПВП зазвичай розглядають ступінь реалізації на печі компенсуючих технологічних заходів, розроблених професором С.Л. Ярошевським. Однак досвід освоєння цієї технології на доменній печі №9 показав, що неабиякий вплив мають і технічні проблеми, до числа яких відносяться готовність до неминучого посилення периферійного потоку газу та його впливу на систему охолодження печі і стан футерівки, надійність роботи всього обладнання системи подачі пилувугільного палива, наявність ефективної системи контролю та регулювання витрати ПВП по фурмам та ін.

УДК 621.791.92.042

**Л. С. Малинов, В. Л. Малинов**

Приазовский государственный технический университет, г. Мариуполь

### **НОВЫЕ НАПЛАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ ПОЛУЧЕНИЕ НИЗКОУГЛЕРОДИСТОГО МАРГАНЦОВИСТОГО И ХРОМОМАРГАНЦОВИСТОГО НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА МАРТЕНСИТНОГО КЛАССА, ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ**

В отличии от многих известных наплавочных материалов, содержащих марганец, обеспечивающих получение в наплавленном металле полностью или преимущественно структуру метастабильного аустенита, в данной работе рассмотрены новые наплавочные материалы. Они позволяют получить в наплавленном металле структуру низкоуглеродистого мартенсита, содержащего ~6-8 % марганца и небольшие добавки сильных карбидообразующих элементов. Последующий высокий отпуск, обычно используемый для снятия возникших после наплавки напряжений, про-