

4. *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 662.749

**В. П. Лялюк<sup>1</sup>, С. В. Кетлер<sup>2</sup>, Е. О. Шмельцер<sup>1</sup>, Д. А. Кассим<sup>1</sup>, И. А. Ляхова<sup>1</sup>**

1 – Криворожский металлургический институт НМетАУ, г. Кривой Рог

2 – ПАО “АрселорМиттал Кривой Рог”, г. Кривой Рог

### **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРОЧНОСТИ КОКСА НА РАБОТУ ДОМЕННЫХ ПЕЧЕЙ ПАО “АРСЕЛОРМИТТАЛ КРИВОЙ РОГ”**

Важность качества кокса для работы доменных печей с высокими технико-экономическими показателями общеизвестна и не вызывает сомнений. В вопросе эффективного применения кокса в доменном производстве очень существенными следует считать три момента: какими показателями оценивается качество кокса; целесообразный уровень этих показателей; как достигать этот уровень. Максимально полезные свойства кокса для доменной печи могут быть установлены с учетом ее объема, характеристики железосодержащего сырья, а также дутьевого режима и многих других условий доменной плавки.

На V Международном конгрессе доменщиков, проведенном в 1999 году в Днепрпетровске и Кривом Роге, специалисты выдвинули к качеству кокса следующие требования: прочность  $M_{25}$  – не менее 90 %; истираемость  $M_{10}$  – не более 6 %; содержание фракции +80 мм – не более 5 %; содержание фракции -25 мм – не более 5 %; колебания влажности в обе стороны – не более 0,5 %; реакционная способность CRI – 23-26 %, CSR – 70 % [1].

В доменные печи №6 и 7 объемом 2000 м<sup>3</sup> АМКР загружают кокс собственного коксохимического производства (КХП), а в доменную печь №9 объемом 5000 м<sup>3</sup> кроме кокса КХП загружают еще и импортный кокс.

В настоящее время на КХП АМКР производят кокс на коксовых батареях №1-4, 5 и 6, где перерабатывают каменные угли с последующим получением из них кокса, коксового газа и химических продуктов коксования. После всех коксовых батарей кокс тушат мокрым способом. До ноября 2012 года коксовые батареи №1-6 производили кокс

с использованием технологии их загрузки сверху через углезагрузочные люки, затем батареи №5 и 6 были выведены из эксплуатации. Строительство с реконструкцией комплекса коксовых батарей №5 и 6 началось в 2013 году с внедрением технологии предварительного трамбования и бездымной загрузки угольной шихты.

Анализ изменения качества кокса по  $M_{25}$  и  $M_{10}$  за период с января 2011 г. по ноябрь 2019 г. показал высокий уровень колебаний показателей холодной прочности и истираемости кокса КХП как на батареях №1-4, так и на №5 и 6. На батареях №1-4 за рассматриваемый период средний уровень  $M_{25} = 86,2 \%$ , а  $M_{10} = 7,68 \%$ , а коэффициенты вариации этих показателей 1,55 % и 6,14 %, соответственно. На батареях №5 и 6 до реконструкции средний уровень  $M_{25} = 86,5 \%$  и  $M_{10} = 7,73 \%$  при коэффициентах вариации 1,0 % и 4,1 %, соответственно, а после реконструкции показатели холодной прочности улучшились  $M_{25} = 87,75 \%$  и  $M_{10} = 5,93 \%$ , при коэффициентах вариации 1,2 % и 5,97 %, соответственно, т.е. при переходе на трамбование угольной шихты нестабильность этих показателей не уменьшилась, а по  $M_{10}$  даже выросла [2].

Анализ технико-экономических показателей работы доменных печей АМКР №6, 7 и №9 (до использования технологии вдувания пылеугольного топлива) при увеличении  $M_{25}$  и снижении  $M_{10}$  кокса показал, что с ростом показателя  $M_{25}$  приведенный расход кокса снизился на печах №7 и 9, а на печи №6 – вырос. Так, при увеличении показателя  $M_{25}$  на 1 % удельный расход кокса снижался в среднем на 2,1 %; снижение показателя качества кокса  $M_{10}$  на 1 % обусловило уменьшение среднего удельного расхода кокса на 5,5 %.

Из опыта работы доменных печей АМКР известно, что самое сильное влияние на удельный расход кокса и производительность печей оказывает все же показатель истираемости кокса  $M_{10}$ , а затем  $M_{25}$  и CRI, что и подтвердил проведенный анализ. Так, доменные печи доменного цеха №1 (№6-8) АМКР очень сильно реагируют на уменьшение показателя  $M_{25}$  ниже 84 % и на рост  $M_{10}$  выше 8 %. В этих случаях доменные печи первого доменного цеха не берут дутье, ход печей становится неровным, интенсивно развивается загромождение горна, учащается горение фурм, из-за чего приходится активно использовать промывочный материал, значительно возрастает расход кокса [2].

Таким образом, анализ работы доменных печей ПАО “АрселорМиттал Кривой Рог” показывает, что для любой технологии доменной плавки показатели холодной прочности кокса должны быть по  $M_{25}$  не менее 90 %, а по  $M_{10}$  не более 6 %.

## 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. Лялюк<sup>1</sup>, С. В. Кетлер<sup>2</sup>, Д. О. Кассим<sup>1</sup>, Є. В. Чупринов<sup>1</sup>, І. А. Ляхова<sup>1</sup>**

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-