

В. Н. Захарченко, М. В. Ягольник*, Ж. В. Свириденко*

Объединение предприятий «Металлургпром», Днепропетровск

*Национальная металлургическая академия Украины, Днепропетровск

Перспективные варианты снижения расхода кокса в доменном процессе

Рассмотрены причины повышенного расхода кокса при выплавке чугуна. Установлены закономерности изменения свойств топлива в процессе диспергирования. Представлены перспективные способы сокращения расхода кокса в доменном процессе.

Ключевые слова: кокс, окатыши, агломерат, известь, доменный процесс

В производстве металла значительная роль отведена твёрдому топливу. Несмотря на активное использование газообразных и жидких энергоносителей, угли составляют важную часть в указанных процессах. В последние годы возникает острый дефицит металлургического кокса. Поэтому снижение топливно-энергетических затрат на производство чугуна в доменных печах традиционно является одной из основных задач учёных металлургов. Как свидетельствует мировой опыт, наиболее перспективным направлением замены части кокса (20-40 %) в доменной плавке является использование пылеугольного топлива (ПУТ).

Процесс получения пыли из кусков твёрдого топлива относится к области науки «механохимия», получившей признание учёных в XX веке. Предметно занимаясь изучением законов физико-химического воздействия динамических нагрузок на свойства измельчаемых веществ, исследовали влияние данного процесса и на свойства углей [1]. В качестве испытуемых были взяты антрацитовый штыб, жирный уголь и кокс. Измельчение проводили в лабораторном виброистирателе в течение 3, 5 и 7 минут. Критерием оценки происходящих в углях изменений были показатели содержания углерода до и после измельчения, распределение выделившихся углеродсодержащих фракций при температурах 300, 450, 650 и 950 °С, насыпной плотности и степени окисления. Полученные результаты представлены в таблице.

Под влиянием диспергирования содержание углерода в антрацитовом штыбе активно снижается. Степень потери главного составляющего (в пределах >3 %) тем выше, чем длительнее процесс механического воздействия. Соединения, содержащие

углерод в штыбе, отличаются высокой термостойкостью. Их полное разложение происходит при 950 °С (см. табл.).

Характерными изменениями жирного угля явились тенденция к повышению содержания углерода (0,5 %) и снижение термостойкости углеродсодержащих соединений. С другой стороны, увеличение динамической нагрузки в пробах кокса не способствовало снижению массовой доли углерода и сопровождалось повышением термостойкости его соединений. В процессе диспергирования антрацитового штыба и жирного угля показатели рН поверхности свидетельствовали о развитии окислительного характера взаимодействия данных материалов с окружающей средой, активность которого росла с увеличением времени диспергирования. Поверхность кокса, в отличие от поверхностей антрацитового штыба и жирного угля, имеет щелочную реакцию. Однако возрастание динамических нагрузок на структуру данного материала также способствовало развитию реакции окисления (табл.).

Под влиянием процесса аморфизации поверхности частиц материалов при диспергировании увеличился объём массы, а показатели насыпной плотности антрацитового штыба, жирного угля и кокса, соответственно, снизились. Таким образом, диспергирование твёрдых энергоносителей, в зависимости от их физико-химических свойств, особенностей строения структуры и её перестройки, может сопровождаться снижением или некоторым увеличением содержания углерода, повышением термической стойкости, содержащих углерод соединений, процессом окисления и снижением показателя насыпной плотности.

Изменение показателей характеристик углей в процессе диспергирования

Марка угля	Содержание углерода, %			Степень окисления, рН отн.			Насыпная плотность, г/см ³			Температура выделения углерода, °С		
	время измельчения углей, мин											
	3	5	7	3	5	7	3	5	7	3	5	7
Антрацитовый штыб	76,57	75,0	73,33	5,5	5,5	4,5	0,5	0,45	0,45	950	950	950
Жирный уголь	77,50	77,55	77,91	5,5	5,0	5,0	0,5	0,5	0,45	650; 950	650	650
Кокс	81,05	81,01	79,95	8,5	8,0	7,8	0,62	0,5	0,5	650	650; 950	650; 950

В настоящее время, с учётом субъективных и объективных причин, доменное производство Украины можно отнести к догоняющему передовые страны как по производству, так и по совершенствованию технологического процесса. В то же время, кроме рассматриваемой технологии, в Украине имеется много нереализованных способов снижения расхода кокса не только в доменном процессе, но и во всей металлургической отрасли. Рассматривая причины повышенного расхода кокса при выплавке чугуна, можно убедиться в реальности их полного устранения. К ним относятся следующие причины:

- использование железорудных окатышей ограниченной основности;
- высокое содержание мелочи в агломерате;
- присутствие сырого известняка в доменной шихте;
- недостаточно высокое содержание железа в исходных материалах шихты.

Окатыши. Ограничение основности данного вида сырья связано с применением в качестве связующей добавки при окомковании концентрата бентонитовой глины. Низкое качество данного материала и в этой связи его увеличенный расход, наличие высокого содержания оксидов кремния, присутствие натрия, которое противопоказано применению в доменной печи, способствуют снижению его ценности и разубоживанию железорудных окатышей по содержанию железа. Их использование в доменном процессе сопровождается увеличением количества шлака, необходимостью введения сырого известняка и соответственно повышенным расходом кокса. В то же время в Украине разработаны и испытаны в промышленных условиях флюсовые связующие на основе известняка, применение которых не требует капитальных затрат и нового оборудования. Использование флюсовых связующих позволяет повысить основность окатышей до 1,0-1,2 отн. ед., снизить содержание

оксида кремния, убрать присутствие натрия, увеличить производительность обжиговых машин, а при сохранении исходной основности (0,6-0,8) повысить содержание железа на 0,5-1,0 % без снижения прочностных характеристик [2, 3]. Как следствие, в доменном процессе такое преобразование вызовет сокращение расхода кокса и количества шлака, повысит содержание железа в шихте и производительность печи. Использование безбентонитовых железорудных окатышей (рис.) основностью 1,0 приведёт к следующим изменениям процесса доменной плавки:

- снижение расхода сырого известняка на 60-65 кг/т чугуна;
- снижение расхода кокса – 5,3 %;
- снижение расхода природного газа – 4,5 м³/т чугуна;
- снижение выхода шлака – 44 кг/т чугуна;

- сокращение вязко-пластичной зоны в доменной печи;
- повышение производительности печи – 3,5 %;
- увеличение содержания железа в шихте на 0,63 %;
- снижение газодинамического сопротивления столба шихтовых материалов.

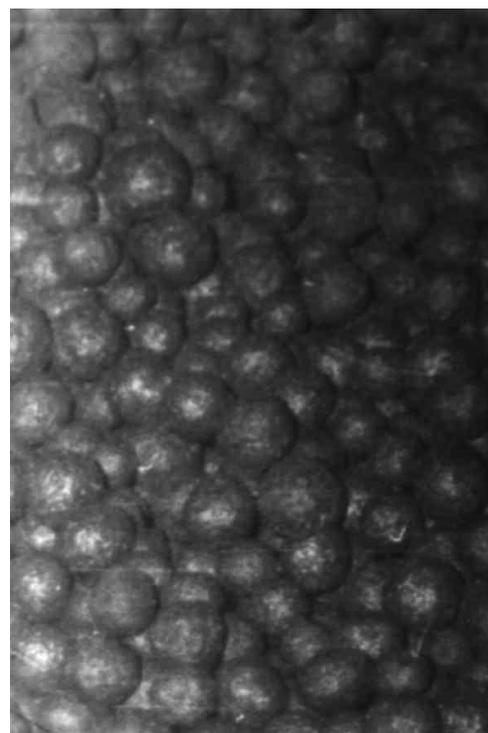
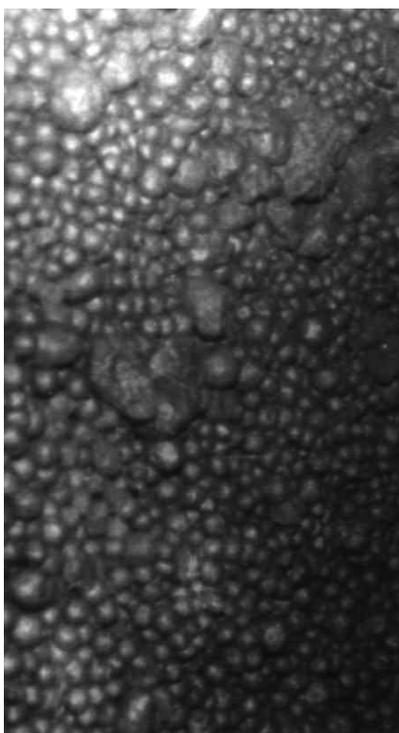
Агломерат. Самая большая проблема при производстве агломерата – низкая степень окомкования аглошихты, практически полное его отсутствие. Такая ситуация способствует значительному повышению расхода кокса при спекании, снижению скорости развития физико-химических процессов взаимодействия компонентов шихты, снижению прочности спёка и образованию мелочи. Даже при использовании извести в аглошихте не создаются условия полного раскрытия свойств данного материала, применяемого в качестве связующего и флюса [4].

Влияние способа подготовки аглошихты на показатели спекания и качество спёка:

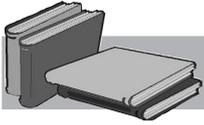
- повышение скорости спекания на 15-20 %;
- сокращение расхода топлива – 15-20 %;
- увеличение выхода годного – 9-11 %;
- снижение истираемости – 20-25 %;
- отсутствие беляков в спёке.

Известь. Ещё один приём, снижающий расход кокса, – это замена сырого известняка в доменном процессе известью. Экономия кокса составит при этом 46,3 кг у.т./т чугуна. Данный показатель может колебаться на разных заводах от 20 до 70 кг у.т./т чугуна.

Таким образом, выполнив перечисленные объективные условия доменной плавки, включая и использование ПУТ, металлурги Украины совершат прорыв в проблеме снижения расхода кокса не только в доменном производстве, но и во всей отрасли производства металла.

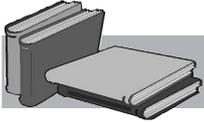


а б
Фотографии окатышей с бентонитом (а) и без него (б)



ЛИТЕРАТУРА

1. Свириденко Ж. В. Теоретические основы управления качеством металлургического сырья. – Днепропетровск: НМетАУ, 2009.
2. Васильев П. Г., Алпаев Н. Е., Васюченко А. И. Некоторые особенности использования в доменной плавке окатышей КЦГОК основностью 1,0 офлюсованных карбонатной известью // Всесоюзная научно-техн. конф. «Теория и технология подготовки металлургического сырья к доменной плавке». – Днепропетровск, 1985.
3. Косенко П. А., Ефименко Г. Г. Производство самоплавких окатышей с карбонатной известью и опыт их проплавки в доменной печи // Научно-техн. конф. «Союз науки и практики к 100-летию Петровки». – Днепропетровск, 1987.
4. Ефименко Г. Г., Вовк А. А., Павлышин Т. Н. и др. Перспектива использования флюсовых связующих добавок в подготовке металлургического сырья // Сучасні проблеми металургії. Наук.праці т. 4. – Днепропетровск, 2003.



REFERENCES

1. Sviridenko Zh. V. (2009). Teoreticheskiie osnovy upravleniia kachestvom metallurgicheskogo syr'ia. [Theoretical bases of quality management of metallurgical raw materials]. Dnepropetrovsk: NMetAU. [in Russian].
2. Vasil'iev P. G., Alpaiev N. E., Vasiuchenko A. I. (1985). Nekotorye osobennosti ispol'zovaniia v domennoi plavke okatyshei KCGOK osnovnost'iu 1,0 ofliusovannykh karbonatnoi izvest'iu. [Some features of use in blast furnace pellets KTSGOK 1.0 basicity fluxed carbonate lime]. Vsesoiuznaia nauchno-tekhn. konf. «Teoriia i tehnologiia podgotovki metallurgicheskogo syr'ia k domennoi plavke». Dnepropetrovsk. [in Russian].
3. Kosenko P.A., Efimenko G.G. (1987). Proizvodstvo samoplavkikh okatyshei s karbonatnoi izvest'iu i opyt ikh proplavki v domennoi pechi. [Manufacturing samoplavkikh pellets with carbonate of lime, and about their experience in blast furnace smelting]. Nauchno-tehn. konf. «Soiuz nauki i praktiki k 100-letiiu Petrovki». Dnepropetrovsk. [in Russian].
4. Efimenko G. G., Vovk A. A., Pavlyshin T. N. et al. (2003). Perspektiva ispol'zovaniia flusovykh sviazuiushhikh dobavok v podgotovke metallurgicheskogo syr'ia. [The prospect of using flux binder additives in the preparation of metallurgical raw materials]. Suchasni problemy metalurgii. Nauk. Pratsi, vol. 4. Dnepropetrovsk. [in Ukrainian].

Анотація

Захарченко В. М., Ягольник М.В., Свириденко Ж. В.

Перспективні варіанти зниження витрат коксу в доменному процесі

Розглянуто причини підвищеної витрати коксу при виплавці чавуну. Встановлено закономірності зміння властивостей палива в процесі диспергування. Представлено перспективні способи скорочення витрат коксу в доменному процесі.

Ключові слова

кокс, окатиші, агломерат, вапно, доменний процес

Summary

Zacharchenko V., Yagolnik M., Sviridenko J.

Promising types of coke consumption reducing in the blast furnace process

It was considered the reasons for the increased consumption of coke in smelting cast-iron. And also it was ascertained laws of fuel properties changes in the dispersion process. There are presented promising ways to reduce consumption of coke in the blast furnace process

Keywords

coke, pellets, agglomerate, lime, blast furnace process

Поступила 04.07.2016