

Петров Б. Ф., Бондаренко А. В.,
Буряк В. В., Деркач В. В.,
Гнездилова В. П., Сумской М. В.
ПАО «Украинский графит»

Освоение технологии производства микропористых углеродных блоков на ПАО «Укрграфит»

Рассмотрены этапы освоения и внедрения на ПАО «Укрграфит» технологии производства микропористых углеродных блоков для футеровки различных металлургических печей. Приведены сравнительные данные показателей качества микропористых и серийных углеродных блоков. Табл. 2. Библиогр.: 3 назв.

Ключевые слова: разрушение футеровки, печь, размер пор в углеродных блоках, щелочеустойчивость

Stages of development and introduction of the manufacturing technique to produce micropore carbon blocks at PJSC «Ukrgrafit» for lining crucibles of blast furnaces and other metallurgical furnaces have been examined. Comparative quality parameters of micropore and commercially produced carbon blocks are provided.

Keywords: crucible, lining destruction, pore sizes in carbon blocks, alkali resistance

Общеизвестным фактом является то, что основной причиной остановки для проведения капитальных ремонтов большинства металлургических печей является разрушение их футеровки.

Соответственно, вопрос снижения затрат для плавки металла напрямую связан с увеличением длительности эксплуатации футеровки. Условия работы футеровки в металлоприемнике характеризуются высокой температурой, механическим и химическим износами.

Как следствие, выделяют следующие механизмы разрушения углеродных блоков:

- проникновение жидкого металла в поры;
- образование охрупченного слоя со стороны «горячих» торцов блоков и последующее растрескивание углерода.

Вышеуказанные процессы способны привести к эрозии углеродных блоков под воздействием жидких продуктов плавки до 50 мм в месяц.

На фоне мировой практики интенсификации процесса плавки металла, вопрос снижения темпов разрушения футеровки печей сегодня стоит особенно остро.

Уменьшить износ углеродных блоков возможно как снижением скорости кольцевых потоков жидкого металла вдоль стен путем внесения изменений в конструкцию футеровки печи, так и за счет повышения сопротивляемости коррозии продуктами плавки материала блоков.

Опытным путем было установлено, что процесс инфильтрации жидкого металла в открытые поры углеродного блока значительно снижает-

ся при диаметре этих пор менее 1 мкм, и именно это направление совершенствования материала углеродных блоков получило развитие на «Укрграфит».

Впервые микропористый углеродный материал был получен в центральной научно-исследовательской лаборатории «Укрграфит» в 2002 г. Ввиду особенностей технологии его изготовления, а именно способа проковки сырья, необходимости высокотемпературного обжига и сложностей с механической обработкой заготовок, освоить промышленное производство в условиях существующего на то время оборудования не представлялось возможным.

В 2006-2008 гг. на «Укрграфит» была проведена глубокая модернизация переделов производства блочной углеродной продукции, включавшая в себя реконструкцию электрокальцинаторов, установку скоростного смесителя «Eirich», Германия, строительство двух новых обжиговых печей по проектам фирм «Pieco Serwis», Польша и «Riedhammer», Германия, внедрение новой линии механической обработки «Wassmer», Германия, а также другие, менее затратные, но не менее значимые мероприятия.

Проведенная модернизация, на фоне растущего спроса на микропористые углеродные блоки со стороны потребителей, позволила «Укрграфит» в 2010 г. вернуться к теме внедрения технологии их изготовления в промышленных масштабах и фактически воплотить в жизнь запатентованную еще в 2006 г. технологию производства «Массы для изготовления огнеупорных изделий» (патент на изобретение № 67114).

Для получения микропористой структуры в качестве добавок используются кремний, карбиды элементов 4 группы и различные оксиды.

При высокотемпературной обработке (обжиге в коксовой засыпке) большая часть кремния связывается с углеродом с образованием SiC, однако те частицы, которые примыкают к порам под воздействием кислорода и азота из пор, образуют нитевидные кристаллы системы Si-O-N.

Добавка карбидов (SiC или соединений кремния с металлами) вводится для облегчения формирования мелких пор, уменьшения проницаемости материала, пористости и повышения стойкости к абразивному износу, разъеданию металлом и способствует повышению щелочестойкости.

При разработке промышленной технологии производства микропористых блоков были выбраны следующие направления:

- получение низкотемпературного карбида кремния в составе углеродного блока, снижение температуры карбидообразования;
- повышение теплопроводности материала.

В результате поиска композиции тонкодисперсных добавок и исследовательских работ

был создан материал с плотной структурой на основе электрокальцинированного антрацита, искусственного графита и связующего.

Также специалистами «Укрграфит» была подобрана каталитическая добавка, позволившая снизить температуру начала образования мелких пор за счет роста нитевидных кристаллов до значений, которые позволяют поддерживать новые обжиговые печи.

В 2012 г. на «Укрграфит» была изготовлена опытная партия микропористых углеродных блоков с физико-механическими свойствами, сопоставимыми со свойствами серийных углеродных блоков, но имеющих значительно более мелкую поровую структуру (табл. 1).

В том же 2012 г. «Укрграфит» получил положительное заключение независимой испытательной лаборатории о поровой структуре материала опытной партии углеродных блоков – средний размер пор составил 0,4 мкм.

Результаты определения поровой структуры опытной партии микропористых углеродных блоков производства «Укрграфит», а также результаты тестов на щелочестойкость в сравнении с серийными углеродными блоками приведены в табл. 2.

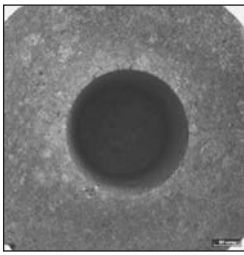
Таблица 1

Свойства микропористых и серийных углеродных блоков производства «Укрграфит»

Наименование показателя	Единица измерения	Опытная партия микропористых блоков	Серийные углеродные блоки
Кажущаяся плотность	г/см ³	1,62	1,58
Открытая пористость	%	17	16
Предел прочности на сжатие	МПа	40	42
Коэффициент теплопроводности при комнатной температуре	Вт/(м·К)	12	8
Коэффициент линейного термического расширения в интервале температур 20-520 °С	10 ⁻⁶ /К	2,4	2,6

Таблица 2

Поровая структура и щелочестойкость углеродных блоков производства «Укрграфит»

Наименование показателя		Опытная партия микропористых блоков	Серийные углеродные блоки
Результаты измерений на ртутном порозиметре Autopore 9420	Средневзвешенный диаметр пор (D _{ср}), мкм	0,4	7,5
	Содержание пор менее 1 мкм, %	95	16
Щелочестойкость, классификация по ASTM C 454-83		U 	LC 

На основании успешных опытных работ, проведенных специалистами центральной научно-исследовательской лаборатории и других причастных подразделений, уже в декабре 2012 г. на «Укрграфит» была спрессована опытно-промышленная партия блоков из микропористого материала для их последующей отгрузки потребителю из Турции.

При механической обработке поверхностей заготовок из микропористого материала, режимы резания, применяемые для серийных углеродных блоков, не позволили достичь требуемой для промышленных масштабов производительности. Оработка технологий резания на существующем оборудовании натолкнула на мысль о необходимости применения принципиально нового для данного производства типа станков – ленточнопильных. Именно приобретение в 2013 г. ленточнопильного станка «Behringer», Германия, в сочетании с конкретной маркой твердосплавных пил, с особой геометрией режущей кромки зуба, окончательно разрешило вопросы достижения современных требований к предельным отклонениям на геометрические размеры и одновременно позволило повысить плановые выходы годного при обработке заготовок за счет более тонкого реза в сравнении с традиционными дисковыми пилами и фрезами.

В 2014 г. уже промышленная партия микропористых углеродных блоков была отгружена потребителю из Венгрии.

В настоящее время проводятся научно-исследовательские работы, как в направлении снижения затрат при производстве серийных и микропористых углеродных блоков без ухудшения их качества, так и в направлении получения новых марок материалов, способных еще лучше сопротивляться разрушающему воздействию коррозии рабочей поверхности футеровки печей.

Библиографический список

1. Взаимосвязь степени насыщения чугуна углеродом и разгара футеровки металлоприемника доменной печи / Н. М. Можаренко, А. А. Параносенков, Г. В. Панчоха и др. // Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии. Сб. науч. тр. ИЧМ, Днепропетровск ИЧМ. – 2006. – Вып. 12. – С. 77-84.
2. Увеличение продолжительности кампании доменных печей // Новости черной металлургии за рубежом. – 2006. – № 2. – С. 23-27.
3. Энергосбережение в производстве электроодного термоантрацита / Б. Ф. Петров // Эко-технология. – 2006. – С. 144.

Поступила 11.09.2014

АВТОРАМ!

Продажа авторских экземпляров журнала.

контактный телефон: 056-744-81-66

(факс): 0562-46-12-95