

УДК 669.184.244.62

Смокий В.В. /к.т.н./, Шумахер Э.Э., Порохнявый В.Г., Иванов С.Г.

Техком¹

Опыт эксплуатации донных одноканальных дутьевых устройств при комбинированной продувке в 160-т конвертере²

Изложено исследование использования одно- и многоканальных донных дутьевых устройств при выплавке стали из углеродистого полупродукта в 160-т конвертере с комбинированной продувкой. Проанализированы стабильность их работы, эксплуатационные характеристики и технологические показатели. Показано преимущество одноканальных донных фурм. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр.: 6 назв.

Ключевые слова: конвертер, комбинированная продувка, нейтральный газ, одно- и многоканальные донные дутьевые устройства, дутьевой режим, эффективность, износ футеровки днища, технологические показатели

Describes a study using single-and multi-channel bottom blowing device for steelmaking of carbon precursor in the 160-ton converter with a combined blowing. Analyzed the stability of their work performance and technological characteristics. The advantage of the single-channel bottom tuyeres.

Keywords: converter, combined blowing, neutral gas, single-and multi-channel bottom blowing device blast mode, efficiency, liner wear bottoms, technological indicators.

Технология конвертерного процесса с комбинированной продувкой получила распространение в 1980-х гг., благодаря улучшению металлургических и технологических показателей. Наибольшее распространение из всех опробованных вариантов получил способ подачи кислорода сверху и нейтрального газа (азот, аргон) через дутьевые устройства (ДУ), установленные в днище. В настоящее время в мире около 80 % конвертерной стали выплавляется по этой технологии.

Система донной продувки включает в себя разные количество и типы фурм с индивидуальным регулированием расхода газа на каждую фурму. В качестве ДУ наиболее широкое применение получили одноканальные и многоканальные фурмы, имеющие от 12 до 32 каналов [1-5]. Теоретическое обоснование эффективности одноканальных ДУ приведено в работе [4].

В конвертерном цехе ОАО НТМК на протяжении 2007–2010 гг. все четыре 160-т конвертера были переоборудованы для осуществления комбинированной продувки. В качестве ДУ здесь используются 10 магнетитовых фурм, размещенных в днище, как показано на рисунке. Каждая включает 32 канала с внутренним диаметром 2 мм. Более детальное описание системы донной продувки на этом комбинате приведено в работе [5]. По принятой в цехе схеме при переделе ванадиевого чугуна один из конвертеров работает на полупродукт, а остальные три – на выплавку стали из полупродукта.

С целью сопоставления работоспособности в части поддержания заданных расходов нейтрального газа на донную продувку и степени износа многока-

нальных (МДУ) и одноканальных (ОДУ) дутьевых устройств на конвертере № 3, работающем на передел полупродукта в сталь, провели опытную кампанию, на которой были установлены 4 МДУ и 6 ОДУ конструкции DVS, разработанной фирмой «TECH-SOM» [6]. Такой подход позволил провести объективную оценку эксплуатационных характеристик фурм и исключил влияние качества огнеупоров на эти характеристики, поскольку в этой сфере с комбина- том сотрудничает несколько поставщиков.

Устройство DVS представляет собой гильзу из жаропрочной коррозионностойкой стали, либо из молибдена, заключенную в гнездовой огнеупорный блок, изготовленный на основе высококачественного плавленного периклаза, имеет один канал внутренним диаметром 3 мм. Эти устройства обладают высокой степенью безопасности, так как оснащены приспособлением, предотвращающим уход металла даже в случае полного износа рабочей части. Диаметр канала был рассчитан на давление перед дутьевым элементом 15 бар.

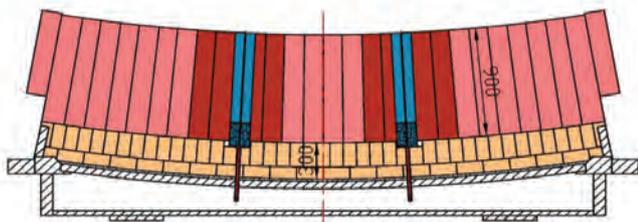
Шесть одноканальных ДУ типа DVS были размещены в центральной части днища (рисунок). В соответствии с заводской практикой расход кислорода составлял 500 м³/мин, нейтрального газа при продувке через одно ДУ 300 л/мин, в межпродувочные периоды 160–200 л/мин. За период экспериментов проведено 1403 плавки с переделом полупродукта на сталь и 56 – на полупродукт.

Работа дутьевых устройств. На протяжении всего периода опытной эксплуатации все шесть ДУ DVS показали стабильную работу, обеспечивая заданный расход нейтрального газа – до 300 л/мин. при давлении 3–7,5 бар. Коэффициент открытия клапана на каждое ДУ изменялся в пределах 15–30 %. На МДУ этот коэффициент колебался в пределах 4–100 % и отмечалось частичное закупоривание каналов со

¹ Techcom GmbH, Германия.

² В работе принимали участие Семеняк М.Ю., Пускин Д.А., Сотников И.В., Стасов И.В., Галченков С.В., Вислюгозова Э.А., Козочкин С., Долматов О.В.

снижением расхода газа до 80-90 л/мин при полном открытии клапана. Так, МДУ №№ 4 и 9 уже через 20 плавков перестали поддерживать заданный расход на продувку, а противодавление на них возросло практически до максимальных значений 14-15 бар при полностью открытых клапанах. На ДУ № 4 первоначально расход составлял 150-190, а в конце кампании конвертера 70 л/мин, на ДУ № 9 в течение кампании 160–258 л/мин.



1, 3, 5, 6, 8, 10 - фурмы DVS (Techcom)
2, 4, 7, 9 - многоканальные фурмы

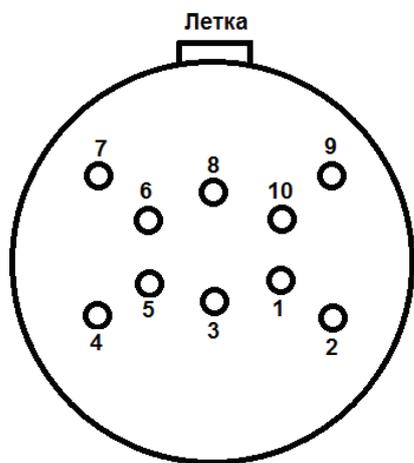


Рисунок. Схема размещения дутьевых устройств

Стойкость ДУ. Износ футеровки днища в течение опытной кампании контролировали сканированием. На протяжении первых 180 плавков зафиксирован, примерно, одинаковый износ футеровки днища в местах установки обоих типов ДУ. В дальнейшем износ огнеупоров в местах расположения МДУ в сравнении с DVS стал опережающим. В таблице представлены результаты сканирования днища перед прекращением донной продувки. Минимальная остаточная толщина рабочей футеровки зафиксирована на МДУ № 7–276 мм, а на DVS износ был существенно меньше, чем на МДУ, кроме № 6 (306 мм). При исходной длине 950 мм износ ДУ DVS за одну плавку составил 0,25–0,44 мм (в среднем 0,32), МДУ 0,34–0,46 мм (в среднем 0,38).

Таким образом, несмотря на расположение устройств DVS в более тяжелом по условиям эксплуатации участке днища (межфурменная зона с более интенсивными потоками металла, район завалочной

стороны с повышенными механическими нагрузками), зафиксирован меньший по сравнению с МДУ износ рабочей футеровки днища. ДУ DVS, за исключением фурмы № 6, по экспертной оценке специалистов комбината, могли еще работать не менее 7 суток.

Технологические показатели.

В обработке использованы массивы плавков: опытные конвертера № 3 с использованием ДУ DVS с 02.08.12 по 20.09.2012 г. в количестве 1403 пл. и сравнительные того же конвертера после закрытия донной продувки с 21.09.2012 по 14.10.2012 г. в количестве 750 пл., а также конвертера № 2 с использованием многоканальных фурм (МДУ) с 02.02.2012 по 19.04.2012 г. в количестве 2316 пл. В массивы входили марки стали – 3сп, 2У, 09Г2С, К76Ф, марганцовистые API – класса, выплавленные дуплекс-процессом.

На основании сопоставительного анализа сделаны следующие заключения.

При использовании ДУ DVS увеличиваются удельные расходы азота и аргона на плавку. Это объясняется, в основном, тем, что одноканальные фурмы работают более стабильно и поэтому, в среднем, с большим расходом этих газов

Зависимости расхода кислорода на продувку от содержания углерода на первой повалке не выявлено. Однако расход кислорода на продувку на опытных плавках по сравнению с вариантом использования только фурм МДУ увеличивается в среднем на 4–6 %. Это может быть связано с возрастанием доли кислорода, идущего на дожигание СО до СО₂ вследствие более высоких скоростей истечения нейтрального газа, т.е. более жесткого характера донного дутья и меньшего уровня ванны в ходе плавки.

Увеличенная мощность перемешивания конвертерной ванны, обусловленная более высокими расходами и скоростями истечения нейтрального газа из одноканальных ДУ, способствовала полноте протекания физико-химических процессов на опытных плавках и улучшению некоторых технологических показателей.

Шлакообразующие материалы присаживали по принятой технологии. При примерно одинаковых суммарных расходах извести и доломита на опытных плавках получена более высокая основность, чем в случае только МДУ – 5,0–5,2 против 4,5–4,7, что объясняется более высокой степенью усвоения этих материалов. Это повысило степень десульфурации по всем группам марок стали на опытной кампании на 5–9 % абс. (нижний предел соответствует высокоуглеродистым маркам), степень дефосфорации – на 3-10 % абс. (верхний предел отвечает маркам стали с высоким содержанием углерода).

На опытных плавках в сравнении с обычной кислородной продувкой, как и следовало ожидать, полу-

Таблица. Остаточная толщина рабочей футеровки днища, мм

№ и тип ДУ									
1-DVS	2-МДУ	3-DVS	4-МДУ	5-DVS	6-DVS	7-МДУ	8-DVS	9-МДУ	10-DVS
588	433*	487	461	553	306	276	484	440	484

* жирным шрифтом выделены данные по МДУ

чены более высокие показатели основности шлака и степени десульфурации, но несколько худшие по степени дефосфорации.

При работе с ДУ DVS окисленность металла перед выпуском была меньше в среднем на 9,2 %, чем при работе только с МДУ, и на 12,6 %, чем в случае работы без донной продувки. Наиболее существенное снижение отмечено на сталях класса API и K76Ф. Это должно способствовать снижению удельного расхода ферросплавов на последующих стадиях сталеплавильного передела.

Содержание оксидов железа в шлаке на опытных плавках меньше на 1,0–1,5 %, чем только при верхней продувке, но, в то же время на 1,6–3,3 % больше, чем в случае использования многоканальных ДУ, что требует дополнительного анализа.

При оценке эффективности одноканальных ДУ следует также учитывать то, что их стоимость в 2,2 раза меньше, чем многоканальных. На комбинате предусматривается в ближайшее время осуществить в конвертерах комбинированную продувку с полным комплектом одноканальных ДУ.

Выводы

При комбинированной продувке в одном днище конвертера испытаны одновременно два типа ДУ – много- и одноканальные. Установлены более стабильная работа в процессе продувки и меньший износ одноканальных, стоимость которых ниже в 2,2 раза. Показано улучшение ряда технологических показателей для многоканальных фурм. На комбинате намечено осуществить в конвертерах комбинированную продувку с полным комплектом только одноканальных ДУ.

Библиографический список

1. Смоктий В.В., Лапицкий В.В., Белокуров Э.С. Комбинированные процессы выплавки стали в конвертерах. – К.: Техника, 1992. – 164 с.
2. Zhao Guoguang, Husken R., Cappel J. Lange Konverterreisen durch Slag Splashing und effiziente Nutzung der TBM-Bodenspulstechnik // Stahl und Eisen. – 2012. – № 11. – S. 61–78.
3. Kollmann T., Jandl C., Schenk J. u.a. Comparison of Basic Oxygen Furnace Bottom Gas Purging Options // RHI Bulletin. – 2012. – № 1. – P. 8-15.
4. Смоктий В.В. Отечественный опыт комбинированной продувки в конвертере // Металлург. и горноруд. пром-сть. – 2012. – № 6. – С. 9-12.
5. Смирнов Л.А., Бабенко А.А., Данилин Ю.А. и др. Освоение технологии комбинированной продувки в 160-т конвертерах // Сталь. – 2010. – № 5. – С. 43-45.
6. Пат. №2374328 Российская Федерация, МПК, С21С, 5/48. Фурменное устройство для введения газовых сред под уровень жидкого металла / Шумахер Э.А. (DE), Шумахер Э.Э. (DE), Хлопонин В.Н. (RU), Юдин А.В. (MD), Францки Р.Э. (DE), Пишкин В.С. (BY), Варданян Л.А. (UA); патентообладатель ТЕХКОМ ГмбХ (DE), - № 2007115836/02; заявл. 26.04.2007; опубл. 27.11.2009, Бюл. № 33.

Поступила 04.06.2013

Уважаемые читатели!

У Вас есть возможность оформить подписку изданий
ООО «Укрметаллургинформ «НТА» на второе полугодие 2013 г.:

Индекс: 74311

- журнал «Металлургическая и горнорудная промышленность» на русском языке;

Индекс: 49501

- журнал «Металлургическая и горнорудная промышленность» на русском языке, CD-ROM;

Индекс: 49502

- журнал “Metallurgical and mining industry” на английском языке.

через каталог «Изданий Украины», каталог России «Газеты. Журналы»
и через редакцию журнала.

Редакция:

ул. Дзержинского, 23, г. Днепропетровск, Украина, 49027,
к/т 056-744-81-66; т/ф 0562-46-12-95.