

Ю. А. Пузырёв¹, К. Т. Н. В. А. Райко¹, В. Н. Абакумов¹, И. В. Фокин¹ (✉),
К. Т. Н. Э. А. Вислогузова², Д. В. Сушников², А. А. Котляров², С. А. Кимбар²

¹ Компания «Везувиус», Москва, Россия

² АО «ЕВРАЗ НТМК», г. Нижний Тагил, Россия

УДК 666.762.32:669.184.124.3

КОНСТРУКЦИЯ СТЫКА ОГНЕУПОРНОЙ ФУТЕРОВКИ КОНВЕРТЕРА С ОТЪЕМНЫМ ДНИЩЕМ

Приведены результаты опытно-промышленных испытаний рабочего слоя футеровки компании «Везувиус» для конвертеров ЕВРАЗ НТМК. В концепции дизайна футеровки использован инновационный стык между нижним конусом и отъемным днищем, выполненный из формованных изделий.

Ключевые слова: футеровка конвертера, конструкция стыка футеровки с отъемным днищем, периклазоуглеродистые изделия.

Футеровка конвертера работает в тяжелых условиях, подвергаясь воздействию высоких температур, термических напряжений, возникающих из-за колебаний температуры, ударов шихтовых материалов при загрузке и знакопеременных нагрузок, обусловленных вращением конвертера. Она изнашивается также в результате химического взаимодействия со шлаком и эрозионного действия потоков металла и шлака. Современные требования к футеровке конвертеров сочетают в себе необходимость достижения высокой стойкости при минимальных затратах на огнеупорные материалы, обеспечивая в конечном счете снижение удельных затрат по огнеупорам на 1 т металла. Эта задача решается путем применения огнеупоров высокого качества, совершенствования проектов конструкции футеровки для ее наиболее равномерного износа, что достигается за счет использования огнеупоров, различающихся по качественным показателям, но наиболее адаптированных к тому или другому участку футеровки, а также за счет разных типоразмеров изделий. Однако в футеровке конвертеров все же остаются зоны повышенного износа, наличие и степень которого зависят от конструкции конвертера и технологии металлургического процесса. Именно эти зоны в основном и определяют продолжительность кампании футеровки.

В настоящее время используются конвертеры с цельным корпусом (глухонные) и с отъемным днищем. Существующая схема кладки

глухонного конвертера обеспечивает плотный контакт футеровки стен и днища конвертера [1]. В данном случае кладка формованными огнеупорными изделиями осуществляется таким образом, что проникновение металла в стык футеровки между вертикальными стенками и днищем практически невозможно (рис. 1, а). При увеличении садки единичного сталеплавильно-

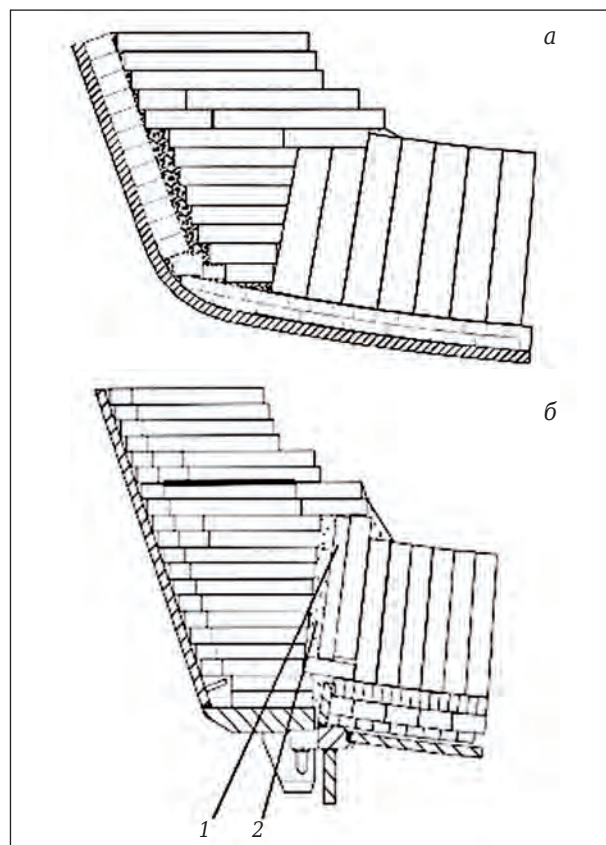


Рис. 1. Конструкция стыка футеровки глухонного конвертера (а) и конвертера с отъемным днищем (б): 1 — установочный кирпич по периметру прилегающего днища; 2 — набивная масса



И. В. Фокин

E-mail: Igor.Fokin@vesuvius.com

го агрегата получили также распространение конвертеры с отъемным днищем. В этом случае футеровка стыка выполняется по-другому (рис. 1, б) [2, 3].

На ЕВРАЗ НТМК используются 160-т конвертеры с отъемным днищем. Преимущество таких конвертеров — облегчение и ускорение проведения ремонта футеровки. После съема днища ускоряется охлаждение, облегчается разрушение изношенной футеровки и подача в полость конвертера огнеупоров для новой кладки по сравнению с подачей футеровочных материалов сверху через узкую горловину конвертера. Автономная кладка футеровки днища позволяет сократить временные затраты на футеровку конвертера в целом.

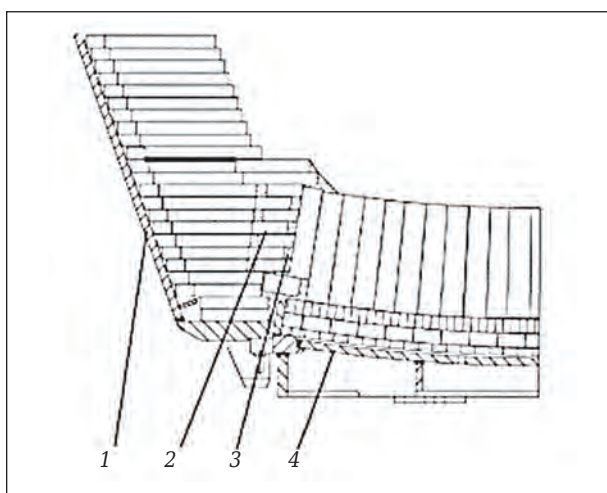


Рис. 2. Новая конструкция стыка футеровки конвертера с отъемным днищем: 1 — изделия для арматурного слоя стен; 2 — новый дополнительный формат кирпича; 3 — набивная масса; 4 — отъемное днище

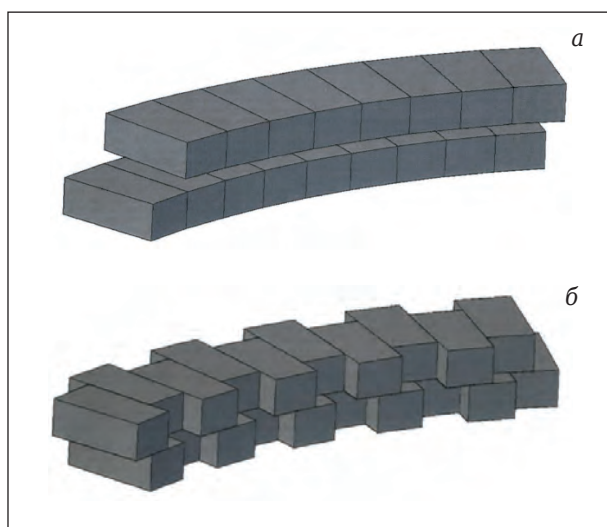


Рис. 3. Конструкция стыка футеровки конвертера с отъемным днищем в формате 3D: а — вариант 1; б — вариант 2

Огнеупорная футеровка в конвертере с отъемным днищем выполняется с разделением операций: вертикальные стенки и конусная часть выкладываются непосредственно в конвертере, а отомкнутое днище — отдельно, на специальном стенде. Раздельно зафутерованные днище и вертикальную часть конвертера соединяют и завершают кладку, используя набивные огнеупорные массы для окончательной стыковки и уплотнения футеровки. Основным недостатком конструкции конвертера с отъемным днищем обычно считается меньшая надежность футеровки в нижней части конвертера, а именно в зоне стыка обеих частей кожуха. Опережающий износ футеровки в этой зоне требует дополнительного расхода огнеупорных ремонтных материалов для поддержания работоспособности этой зоны в течение кампании. Таким образом, для конвертеров с отъемным днищем стык кладки стенки конвертера и днища является «узким», наиболее уязвимым местом для проникновения жидкого металла и шлака в стык, т. е. в глубь футеровки. Это обусловлено тем, что набивная масса в данном случае выполняется в сложных технологических условиях, поскольку трамбование массы производится в узкий кольцевой зазор на достаточно большую высоту кирпича днища. Набивная масса при трамбовании всегда уступает по плотности и пористости формованным периклазоуглеродистым изделиям, которые прессуются на мощных гидравлических или многоударных фрикционных прессах; в данном случае процесс трамбования усугубляется высотой набивного слоя. Кроме того, значительно большее количество углерода, присутствующее в формованных изделиях, обеспечивает им повышенную шлако- и металлоустойчивость по сравнению с набивными массами. Поэтому практически на всех кампаниях независимо от производителя огнеупоров визуально и с помощью сканера отмечается повышенный износ футеровки в зоне стыка по всей окружности цилиндра корпуса.

В этой связи сотрудники компании «Везувиус» разработали вариант конструкции стыка футеровки конвертера с отъемным днищем (рис. 2). Предлагаемая конструкция огнеупорной кладки в зоне стыка позволяет уравновесить износ в зоне стыка с износом огнеупоров в вертикальных стенах и днище, т. е. приблизить износ футеровки к износу футеровки в нижней части глухондонного конвертера. В качестве примера реализации полезной модели «Конструкция стыка огнеупорной футеровки конвертера с отъемным днищем» [4] предлагается аксонометрическая иллюстрация двух рядов кладки (рис. 3). После прилегания днища к корпусу конвертера кладку осуществляют по варианту 1 или 2 с последующим уплотнением зазоров огнеупорной массой. Предлагаемая конструкция стыка выгодно отличается от существующей конструкции футеровки конвертера с отъемным днищем.

Количество материала, используемого для ухода за футеровкой конвертера, и операций на ремонт его нижней части

Материал	Расход, т	Удельный расход, кг/т	Количество операций	Норма, кг/т
Огнеупор для наварки:				
брикет	295,2	0,355	79	0,643
б/у кирпич	132,65	0,159	41	0,40
Итого огнеупоров для наварки	427,85	0,514	120	1,043
Массы:				
ремонтные	21,31	0,026	58	0,057
торкрет-массы	162,1	0,195	222	0,230
Всего материалов	611,26	0,734	—	1,34

Из рис. 3 видно, что стык футеровки заполнен кольцевой кладкой из огнеупорных изделий и выполнен со сдвигом слоев по фронту. Швы между огнеупорами разных слоев кольцевой кладки выполнены несовпадающими. Зазоры в кладке, образовавшиеся по кольцу от поочередного сдвига огнеупоров в ту или другую сторону, заполняются набивной массой и трамбуются. Условие трамбования (высота заполнения, равная толщине кирпича) обеспечивает более качественное выполнение набивки по сравнению с обычной футеровкой. За счет закрытия набивной массы периклазоуглеродистым огнеупором с каждым последующим рядом кладки создается ступенчатая схема футеровки стыка, которая обеспечивает преграду проникновению жидких продуктов плавки в глубь футеровки.

В 2016–2017 гг. в конвертерном цехе ЕВРАЗ НТМК проходили испытания футеровки кислородных конвертеров, выполненной из периклазоуглеродистых изделий компании «Везувиус». В концепции дизайна была использована запатентованная полезная модель «Конструкция стыка огнеупорной футеровки конвертера с отъемным днищем». Использование такой схемы заделки стыка преследовало цель увеличить стойкость и снизить количество ремонтных операций стыка и днища. Стойкость футеровки с новой конструкцией стыка, несмотря на более жесткие условия эксплуатации, чем для футеровки с обычной схемой стыка, составила 6418 и 6311 плавок. Износ зоны стыка футеровки днища и нижнего конуса

при использовании полезной модели «Конструкция стыка огнеупорной футеровки конвертера с отъемным днищем» замедлился.

Количество используемых материалов для ухода и поддержания футеровки в рабочем состоянии, а также количество операций на ремонт нижней части конвертера согласно акту (см. таблицу) были ниже нормы на 55,2 %. Таким образом, новая конструкция стыка футеровки для конвертера с отъемным днищем показала преимущество перед обычной футеровкой стыка. Фирма «Везувиус» готова предложить свои услуги для разработки дизайна футеровки с новой концепцией стыка, а также свою продукцию.

Библиографический список

1. **Соколов, Г. А.** Производство стали / Г. А. Соколов. — М. : Металлургия, 1982. — 182 с.
2. **Якушев, А. М.** Справочник конвертерщика / А. М. Якушев. — Челябинск : Металлургия, Челябинское отд., 1990. — 448 с.
3. **Воскобойников, В. Г.** Общая металлургия : уч. для вузов / В. Г. Воскобойников, В. А. Кудрин, А. М. Якушев [и др.]. — М. : Металлургия, 1985. — 480 с.
4. **Пат. 139671 Российская Федерация.** Конструкция стыка огнеупорной футеровки конвертера с отъемным днищем ; опубл. 20.04.2014 г. ■

Получено 12.03.18

© Ю. А. Пузырёв, В. А. Райко, В. Н. Абакумов,
И. В. Фокин, Э. А. Вислогузова, Д. В. Сушников,
А. А. Котляров, С. А. Кимбар, 2018 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

2-я Глобальная конференция и выставка Cemprocess Оптимизация в цементной промышленности

global PROCESS OPTIMISATION
cemprocess IN CEMENT MANUFACTURE
CONFERENCE & EXHIBITION

23–24 мая 2018 г.

Лондон, Великобритания



www.globalcement.com