

УДК 669.184.125.2:666.764.32.004.14

## ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОГНЕУПОРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ КОНВЕРТЕРНОГО ЦЕХА

Е. А. Кондратьев<sup>1</sup>, В. В. Горбунов<sup>1</sup>, А. В. Ильин<sup>2</sup>,  
А. Н. Золин<sup>2</sup>, Р. К. Шафигулин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Богдановичское ОАО «Огнеупоры» (г. Богданович, Россия)

<sup>2</sup> АО «Арселор Миттал Темиртау» (г. Темиртау, Казахстан)

В технологическом цикле производства металлопродукции АО «Арселор Миттал Темиртау» (АО АМТ, г. Темиртау, Республика Казахстан) основополагающая роль принадлежит кислородно-конвертерному цеху (ККЦ) с годовой производительностью на уровне 3–4 млн т стали. С целью обеспечения бесперебойной работы ККЦ особое внимание уделяется выбору огнеупорных материалов для футеровки тепловых агрегатов. Наиболее важным из них по праву считается сталеразливочный ковш, на футеровку которого приходится самые большие затраты — 30–35 % общих затрат на огнеупорные материалы в ККЦ.

Данное обстоятельство обусловлено жестким воздействием на футеровку ковшей различных факторов, действующих либо одновременно, либо циклически, но так или иначе приводящих к ее износу и разрушению. Причем это относится не только к рабочей футеровке ковша, но и к арматурной (контрольной) футеровке сталеразливочного ковша. К наиболее существенным факторам, разрушающим футеровку ковша, следует отнести:

циклические термоудары, связанные с охлаждением футеровки после окончания разлива металла и быстрым нагревом при его заполнении полупродуктом;

механическое воздействие падающей со значительного расстояния жидкой струи и возникающие затем мощные турбулентные потоки расплава;

механическое и химическое воздействие металла и шлака во время внепечной обработки стали на установках ковш-печь и в вакууматорах.

В связи с этим проблемы повышения надежности и улучшения эксплуатационных характеристик футеровки стальной ковшевой постоянно находятся на повестке дня как непосредственно самих производителей, так и производителей огнеупорных материалов. В рамках этих проблем основные усилия направлены на решение главных задач — совершенствование схем футеровки сталеразливочного ковша и повышение ее стойкости.

В настоящее время в АО АМТ около 80 % используемых на футеровку стальной ковшевой огнеупоров являются импортными и поставляются из дальнего зарубежья, и только 20 % составляют огнеупорные материалы, производимые в странах ближнего зарубежья (СНГ). Одним из основных поставщиков огнеупорной продукции ближнего зарубежья является Богдановичское ОАО «Огнеупоры» (Свердловская область, Россия), которое сегодня относится к крупным отечественным

производителям огнеупорной продукции практически всех модификаций и типоразмеров. Для более полного удовлетворения жестких требований металлургов ОАО «Огнеупоры» непрерывно ведет работу по исследованию, разработке и внедрению новых видов огнеупорной продукции, ориентируясь не только на изменения, происходящие у потребителя, но и на новые направления развития науки, техники и производства.

Для решения поставленных задач техническими специалистами ОАО «Огнеупоры» совместно со специалистами АО АМТ индивидуально разработан проект футеровки арматурного слоя для 300-т сталеразливочных ковшей, выполненного из огнеупорных изделий лекальной формы (рис. 1). Основные преимущества использования лекального кирпича для арматурного слоя стальной ковшевой перед ковшевыми огнеупорами классической прямой или клиновидной формы:

форма изделий (лекальная), которая позволяет создать плотное кольцо по окружности кожуха ковша;

при расклинивании кольца создается дополнительное уплотнение в точке соприкосновения боковых сферических граней с пазом, имеющим сферическую форму того же радиуса;

уменьшение количества швов, что в значительной мере снижает риск их раскрытия и увеличивает механическую прочность всей футеровки;

удлинение шва между кирпичами, в отличие от клиновидных огнеупоров, создает дополнительное препятствие для прохода металла.

В конце 2014 г. в ККЦ АО АМТ на участок подготовки ковшей для проведения испытаний поступило четыре комплекта арматурной футеровки лекальной формы (рис. 1) производства Богдановичского ОАО «Огнеупоры»:

два комплекта футеровки, состоящие из огнеупоров марки МКРКУ-60 № 455–14, используемых в зоне металла, и огнеупоров марки МКБК-75 № 455–14, используемых в шлаковой зоне (схема футеровки № 1).

два комплекта футеровки, состоящие из огнеупоров марки МКБК-75 № 455–14, используемых и в зоне металла, и в шлаковой зоне (схема футеровки № 2).

Гарантированная производителем стойкость арматурного слоя футеровки стальной ковшевой, выполненная из ковшевых огнеупоров ОАО «Огнеупоры», составляла не менее 800 плавов для схемы футеровки № 1 и не менее 1000 плавов для схемы футеровки № 2.

Огнеупорные материалы марок МКРКУ-60 № 455–14 и МКБК-75 № 455–14, выполненные по ТТ



БОГДАНОВИЧСКОЕ ОАО  
«ОГНЕУПОРЫ»

# НОВАЯ ФИЛОСОФИЯ ОГНЕУПОРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Россия, 623530, Свердловская обл.,  
г. Богданович, ул. Гагарина, 2  
тел./факс: (34376) 4-77-45, 4-72-14, 2-26-73  
тел.: (34376) 2-21-07, 2-14-60  
e-mail: general@ogneupory.ru

[www.ogneupory.ru](http://www.ogneupory.ru)

203-585–2014 и ТУ 1560-079-05802290–2010, имеют физико-химические показатели:

Марка огнеупора	МКРКУ-60
Массовая доля $Al_2O_3$ , %, не менее	60,0
Массовая доля $Fe_2O_3$ , %, не более	3,0
Температура начала размягчения, °С, не ниже	1400
Термическая стойкость, число теплосмен, не менее	6
Открытая пористость, %, не более	19
Предел прочности при сжатии, Н/мм <sup>2</sup> , не менее	40

Марка огнеупора	МКБК-75
Массовая доля $Al_2O_3$ , %, не менее	75,0
Массовая доля $Fe_2O_3$ , %, не более	2,2
Температура начала размягчения, °С, не ниже	1420
Термическая стойкость, число теплосмен, не менее	3
Открытая пористость, %, не более	23
Предел прочности при сжатии, Н/мм <sup>2</sup> , не менее	40

Согласной действующим в ККЦ схемам футеровок были собраны четыре опытных сталеразливочных ковша № 50, 48, 53 и 60:

два ковша № 50, 48 по схеме № 1 из огнеупоров марки МКРКУ-60 № 455–14, используемых в зоне металла, и огнеупоров марки МКБК-75 №455–14, используемых в шлаковой зоне;

два ковша № 53,60 по схеме № 2 из огнеупоров марки МКБК-75 № 455–14, используемых и в зоне металла, и в шлаковой зоне.

Ковши в условиях ККЦ АО АМТ эксплуатируют согласно действующей в цехе нормативной и технической документации на плавках текущего марочного сортамента, 30 – 40 % которого приходится на низкоуглеродистые стали. Условия службы футеровок сталковшей в ККЦ характеризуются следующими параметрами:

температура металла на выпуске из конвертера — от 1630 до 1670 °С;

время пребывания металла в ковше — от 145 до 360 мин, в том числе с внепечной обработкой металла на У КП (установка ковш-печь) 40 – 85 мин;

В марте 2016 г. стойкость арматурной футеровки сталеразливочных ковшей в условиях ККЦ АО АМТ, выполненных по схеме № 1, составляет: ковш № 50 — 787 плавов, ковш № 48 — 968 плавов; по схеме № 2: ковш № 60 — 790 плавов, ковш № 53 — 1157 плавов.

На заключительном этапе опытных испытаний замечаний по эксплуатации арматурных футеровок, собранных по схемам № 1 и 2, со стороны технологического и технического персонала ККЦ не было.



Рис. 1. Огнеупорный кирпич лекальной формы марки МКБК-75 № 455–14



Рис. 2. Арматурный слой футеровки сталковша № 53, выполненный по схеме № 2 из огнеупоров марки МКБК-75 производства Богдановичского ОАО «Огнеупоры», после 800 плавов

При этом следует отметить, что при использовании футеровки, собранной по схеме № 2 (ковш № 53), отмечаются наилучшие результаты эксплуатации, выражающиеся в отличном состоянии футеровки (рис. 2) и чистоте арматурного слоя при стойкости 1157 плавки. При средней стойкости ковшей 800 плавов удельные затраты снизились в 2,1 раза. По окончании опытных испытаний после подтверждения положительных результатов АО АМТ решило закупить промышленную партию огнеупоров для проведения испытаний на большем количестве сталеразливочных ковшей.

Помимо проведения испытаний арматурной футеровки сталеразливочных ковшей, в настоящее время проводятся испытания огнеупорных бетонов производства ОАО «Огнеупоры» в арматурном слое промежуточного ковша конвертерного цеха. Также согласовываются технические моменты проведения испытаний бетонов и огнеупорных изделий, выполненных на их основе, в других тепловых агрегатах на производственных площадках АО АМТ.

Тесное сотрудничество между двумя предприятиями обеспечивает оптимальное решение индивидуальных задач по улучшению эксплуатационных характеристик футеровок тепловых агрегатов и способствует дальнейшему развитию и укреплению производственных связей.