



*It is shown that hydraulically solidifying concrete mix of grade "Rantal-65" is used for fettling of heat-retention lids of pouring bowls at RUP "BMZ".*

*М. А. МУРИКОВ, А. И. НОСОВЕЦ, В. М. НОСОВЕЦ,  
А. В. ОЛЕНЧЕНКО, И. И. ШКУЛЬКОВА, РУП «БМЗ»*

УДК 669.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ КРЫШЕК ДЛЯ СТАЛЕРАЗЛИВОЧНЫХ КОВШЕЙ НА РУП «БМЗ»**

Постоянно растущие требования к качеству стали и снижению энергетических затрат являются важными факторами при ее производстве на РУП «БМЗ».

Технология внепечной обработки и разливки стали в ЭСПЦ-1, 2 предусматривает высокотемпературный, не менее 800 °С, разогрев футеровки сталеразливочных ковшей перед приемом плавки с помощью горизонтальных горелок.

С целью уменьшения теплотерь металла в ковшах используются утеплители. Применение одного утеплителя не позволяет уменьшить теплотери в ковше. В связи с этим в ЭСПЦ-1,2 используются теплозащитные крышки. Теплозащитные крышки сталеразливочных ковшей подвержены воздействию термических, механических и химических нагрузок, поэтому футеровка является защитным слоем в их конструкции.

Повышение сроков службы футеровки крышек актуально в технологической цепочке производства стали. Используемые для футеровки крышек сталеразливочных ковшей огнеупорные материалы не должны подвергаться хрупкому разрушению после удара, термическому расширению, ведущему к образованию трещин и их выпадению, высокотемпературной деформации, приводящей к образованию трещин.

За время эксплуатации теплоизоляционных крышек сталеразливочных ковшей в ЭСПЦ-1,2 для их футеровки были использованы огнеупорные материалы следующих марок: муллитокремнеземистое волокно МКРВ-200; корундовая наливная масса МКН-94; бетонная масса SUPRAFEST HL81/CH4, СТ2 фирмы LUNGMUSS; теплоизоляционный материал SIBRAL-SUPER фирмы KERATECH; низкоцементный гидравлически твердеющий бетон Рантал-65.

Первоначально для футеровки крышек сталеразливочных ковшей в ЭСПЦ-1,2 использовали теплоизоляционный муллитокремнеземистый во-

локнистый материал марки МКРВ-200. Укладку волокна на металлическую конструкцию крышки проводили как с помощью всевозможных крепежных приспособлений, так и клеящих добавок (жидкое стекло). Однако значительные механические повреждения при эксплуатации крышек, а также усадка огнеупорного материала не позволяли эксплуатировать их длительное время. Стойкость крышек составляла максимум 80–100 плавов. Материал выгорал (оплавлялся) и осыпался, что, в конечном итоге, приводило к деформированию металлической конструкции крышки и увеличению парка крышек для сталеразливочных ковшей. Футеровка новых крышек требовала значительных трудозатрат.

Замена теплоизоляционного волокна на корундовую наливную массу марки МКН-94 дала возможность увеличить стойкость крышек от 150 до 200 плавов. Технология приготовления массы марки МКН-94 требовала применения смесителя принудительного действия, так как сначала компоненты массы перешивались в сухом состоянии, а затем в сухую смесь добавляли воду в количестве 10–12%. Укладку подготовленной массы осуществляли вручную. Готовую крышку подвергали естественному твердению и сушке с газовой Y-образной горелкой. Крышки с футеровкой из данной массы длительное время не эксплуатировали. Масса осыпалась, что, как указывалось выше, приводило к деформированию металлической конструкции крышки и увеличению парка крышек для сталеразливочных ковшей.

Следующим огнеупорным материалом для футеровки крышек явилась бетонная масса марки SUPRAFEST HL/81 (СТ2). Для ее приготовления использовали машину "Estromat". Сухую массу загружали из мешков в смесительный резервуар машины, перемешивали и добавляли при непрерывном перемешивании 5,5% воды. Готовый бетон равномерно распределяли по поверхности крышек и уплотняли с помощью пальчиковых

электровибраторов. Подготовленные крышки выдерживали для естественного твердения в течение 1 сут, а затем сушили газовой У-образной горелкой. Применение футерованных крышек из бетонной массы значительно повысило их стойкость до 1000 плавов, снизило трудозатраты, однако наряду с этим увеличилась масса крышки, удельный расход и стоимость огнеупорного материала.

В ЭСПЦ-2, согласно рекомендациям фирмы KERATECH, была зафутерована крышка для сталеразливочных ковшей из теплоизоляционного войлочного огнеупорного материала марки SIBRAL-SUPER. Футеровку крышки осуществляли с разметки мест крепления болтов с помощью сварки и подготовки полос из материала шириной 200 мм. На винтовые соединения (болт М6х30, шайба 6,4, гайка М6) закрепляли металлические крепления (анкера) марки КОТВА ОН. Футеровку выполняли по всей поверхности крышки путем накалывания полос на крепления и уплотнения полос вручную до замкового ряда и т.д. Подготовленная таким образом крышка перед эксплуатацией не требовала сушки. Первая кампания крышки, выполненной по рекомендациям фирмы KERATECH, составила 155 плавов. Основной причиной вывода крышки из работы явилось механическое повреждение материала марки SIBRAL-SUPER по периметру до 300 мм к центру, так как при эксплуатации сталеразливочных ковшей на обечайке образуется гарнисаж от шлака, металла. Механическое повреждение способствовало сплошному разгару огнеупорного материала SIBRAL-SUPER и металлических креплений. Центральная часть крышки была под-

вержена износу до креплений (анкеров) с образованием оплавления материала SIBRAL-SUPER. Футеровка и крепления крышки пришли в негодность, по периметру крышки произошла незначительная деформация верхнего металлического каркаса под воздействием температуры. При подготовке крышки для второй кампании металлическая конструкция крышки была очищена от предыдущей футеровки. По периметру крышки на 300 мм приварили У-образные анкера и установили опалубку. Пространство между опалубкой и бортом крышки заполнили бетонной массой марки SUPRAFEST СТ2. После выдержки массы в течение 6 ч опалубку удалили и осуществили сушку бетона. Оставшуюся центральную часть крышки зафутеровали огнеупорным материалом марки SIBRAL-SUPER по описанной выше технологии. Однако и вторая кампания крышки продолжалась до 250 плавов. Причинами вывода крышки из работы явилось образование трещины в бетоне и усадка огнеупорного материала марки SIBRAL-SUPER по окружности от бетона и по диаметру крышки в одну линию, а также полное оплавление огнеупорного материала SIBRAL-SUPER и деформация верхнего металлического каркаса крышки под воздействием температуры.

По предложению ООО «Огнеупорные технологии» (г. Санкт-Петербург) на завод была поставлена партия теплоизоляционной высокоглиноземистой гидравлически твердеющей бетонной смеси марки «Рантал-65», предназначенной для выполнения футеровки крышек сталеразливочных ковшей. Физико-химические свойства бетонной смеси соответствуют ТУ 1523-003-49012115-2003 и приведены в табл. 1.

Таблица 1. Физико-химические свойства бетонной смеси «Рантал-65»

Химический состав, %					Физические свойства						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	п.п.п.	влага при отгрузке	зерновой состав (остаток на сетке), %					кажущаяся плотность при 1350 °С, г/см <sup>3</sup>	предел прочности при сжатии, Н/мм <sup>2</sup>
					№10	№5	№2	№0,5	проход через сетку №009		
>65,0	<2,5	6–7,5	<1,0	<0,8	–	<10	<30	<55	>28	2,34	>40

В ЭСПЦ-2 в октябре 2002 г. опытной бетонной смесью марки «Рантал-65» были зафутерованы две крышки для сталеразливочных ковшей.

Для изготовления футеровки из бетонной смеси марки «Рантал-65» на внутреннюю поверхность металлической конструкции крышек наваривали металлические анкера, смазанные битумом. Общий вид внутренней поверхности крышки показан на рис. 1.

Для приготовления бетонной смеси использовали машину «Estromat». Сухую смесь загружали из мешков в смесительный резервуар машины, перемешивали и добавляли при непрерывном перемешивании 10–12% питьевой воды. Готовый бетон равномерно распределяли по поверхности крышек и уплотняли с помощью пальчиковых

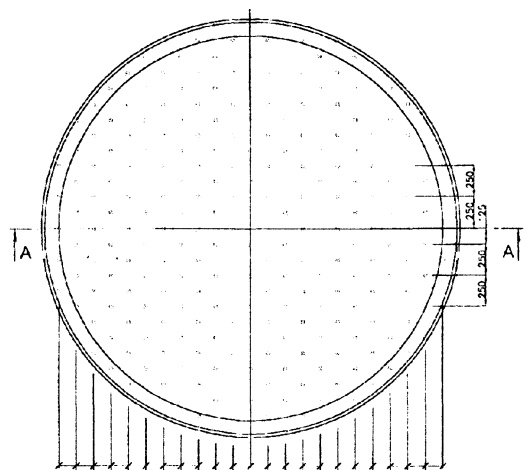


Рис. 1. Общий вид внутренней поверхности крышки

электровибраторов. При изготовлении футеровки бетон имел густую консистенцию, хорошо твердел и не трескался при выдержке. Расход бетонной смеси на одну крышку составил 2,9 т. Подготовленные крышки выдерживали для естественного твердения в течение 1 сут, а затем сушили газовой У-образной горелкой.

Схема футерованной крышки показана на рис. 2.

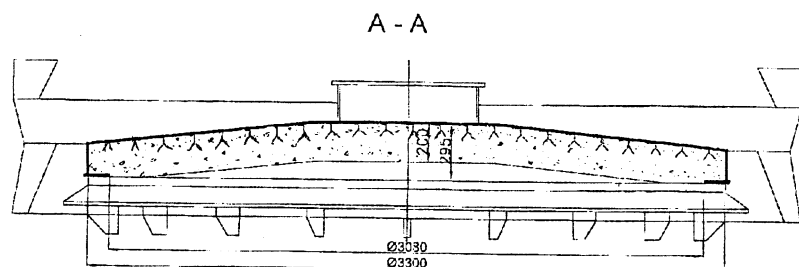


Рис. 2. Схема футеровки крышки

Для определения стойкости было решено ввести в работу обе опытные крышки вместе. Эксплуатация крышек началась с 11 октября 2002 г. Длительность эксплуатации крышек за одну плавку в среднем составляла от 60 до 90 мин. За время эксплуатации опытных крышек проводили визу-

альные осмотры состояния футеровки и металлической конструкции. Футеровка обеих крышек имела монолитную структуру, не крошилась и не оплавливалась, на поверхности опытного бетона не наблюдалось образование трещин.

В декабре 2003 г. обе крышки в ЭСПЦ-2 были выведены из работы. Стойкость крышек более чем за годовую эксплуатацию составила 2528 плавков. Причиной вывода крышек из работы явился локальный износ футеровки со стороны установки крышки на горловину сталеразливочного ковша.

Аналогично в течение года теплоизоляционной высокоглиноземистой гидравлически твердеющей бетонной смесью марки «Рантал-65» были подготовлены и зафутерованы две крышки для сталеразливочных ковшей в ЭСПЦ-1.

В табл. 2 приведены данные по служебным свойствам опытных крышек и сравнительные данные применяемых крышек. Для сопоставления данных средняя масса плавки по годной стали взята одинаковой.

Таблица 2. Данные по служебным свойствам огнеупорных материалов опытных крышек и сравнительные данные применяемых крышек

Марка огнеупорного материала	Стойкость плавков	Расход на одну крышку, т	Удельный расход, кг/т
«Рантал-65»	2528	2,9	0,0114
Сравнительные данные			
SUPRAFEST HL81	800	4,0	0,0495
SUPRAFEST CT2	1000	4,0	0,0396
МКН-94	200	3,9	0,190
SIBRAL-SUPER	211	Общая стоимость крышки всех материалов 2107 \$	

Из таблицы видно, что при достигнутой стойкости футеровка опытных крышек, выполненных из бетонной смеси марки «Рантал-65», имеет удельный расход намного ниже, чем из ранее применяемых огнеупорных материалов.

В настоящее время для футеровки теплоизоляционных крышек сталеразливочных ковшей в ЭСПЦ-1,2 на РУП «БМЗ» используется высокоглиноземистая гидравлически твердеющая бетонная смесь марки «Рантал-65».

### Выводы

1. Теплоизоляционная высокоглиноземистая гидравлически твердеющая бетонная смесь марки «Рантал-65» производства ООО «Огнеупорные технологии» имеет хорошие технологические и служебные свойства.

2. Стойкость теплоизоляционных опытных крышек более чем за годовую эксплуатацию составила 2528 плавков.

3. При достигнутой стойкости футеровка опытных крышек, выполненных из бетонной смеси марки «Рантал-65», имеет удельный расход намного ниже, чем из ранее применяемых огнеупорных материалов.