

ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ  
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА

---

**ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫ  
МЕН ТЕХНИКАСЫ**

2001 ЖЫЛДАН БАСТАП ШЫҒАДЫ



**НАУКА И ТЕХНИКА  
КАЗАХСТАНА**

ИЗДАЕТСЯ С 2001 ГОДА

ISSN 2788-8770

№ 3 (2023)

---

ПАВЛОДАР

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТ**  
выходит 1 раз в квартал

---

**СВИДЕТЕЛЬСТВО**

о постановке на переучет периодического печатного издания,  
информационного агентства и сетевого издания  
№ KZ51VPY00036165

выдано  
Министерством информации и общественного развития  
Республики Казахстан

**Тематическая направленность**

Публикация научных исследований по широкому спектру проблем  
в области металлургии, машиностроения, транспорта, строительства,  
химической и нефтегазовой инженерии, производства продуктов питания

**Подписной индекс – 76129**

<https://doi.org/10.48081/GZVJ4547>

**Импакт-фактор РИНЦ – 0,189**

---

Абишев Кайратолла Кайроллинович – к.т.н., профессор (главный редактор);  
Касенов Асылбек Жумабекович – к.т.н., профессор (заместитель главного редактора);  
Мусина Жанара Керейовна – к.т.н., профессор (ответственный секретарь);  
Шокубаева Зауреш Жанатовна – технический редактор.

**Члены редакционной коллегии:**

Калиакпаров Алтай Гиндуллинович – д.т.н., профессор (Нур-Султан, Казахстан);  
Клецель Марк Яковлевич – д.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);  
Шеров Карибек Тагаевич – д.т.н., профессор (Караганда, Казахстан);  
Богомолов Алексей Витальевич – к.т.н., ассоц. профессор (Павлодар, Казахстан);  
Кажыбаева Галия Тулеуевна – к.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);

**Зарубежные члены редакционной коллегии:**

Waigang Sun – профессор (Пекин, Китай);  
Gabriele Comodi – PhD, профессор (Анкона, Италия);  
Jianhui Zhao – профессор (Харбин, Китай);  
Khamid Mahkamov – д.т.н., профессор (Ньюкасл, Великобритания);  
Magin Laruerta – д.т.н., профессор (СьюДад Реал, Испания);  
Mareks Mezitis – д.т.н., профессор (Рига, Латвия);  
Petr Bouchner – PhD, профессор (Прага, Чехия);  
Ronny Berndtsson – профессор (Лунд, Швеция);  
Барзов Александр Александрович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);  
Витвицкий Евгений Евгеньевич – д.т.н., профессор (Омск, Россия);  
Иванчина Эмилия Дмитриевна – д.т.н., профессор (Томск, Россия);  
Лазарев Владислав Евгеньевич – д.т.н., профессор (Челябинск, Россия);  
Мягков, Леонид Львович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);  
Янюшкин Александр Сергеевич – д.т.н., профессор (Чебоксары, Россия);  
Ребезов Максим Борисович – д.с/х.н., профессор (Москва, Россия).

---

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели  
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов  
При использовании материалов журнала ссылка на журнал «Наука и техника Казахстана» обязательна

© Торайгыров университет

**\*Н. А. Улмаганбетов<sup>1</sup>, М. С. Алмагамбетов<sup>2</sup>, О. В. Заякин<sup>3</sup>,  
М. С. Досекенов<sup>4</sup>**

<sup>1,2,4</sup>Научно-исследовательский инжиниринговый центр ERG,

Республика Казахстан, г. Актөбе;

<sup>3</sup>Институт металлургии, Российская Федерация, г. Екатеринбург.

e-mail: [Nursultan.Ulmaganbetov@erg.kz](mailto:Nursultan.Ulmaganbetov@erg.kz)

## **ОПТИМИЗАЦИЯ СТОЙКОСТИ ФУТЕРОВКИ РАЗЛИВОЧНЫХ КОВШЕЙ ФЕРРОСПЛАВНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

*В данной статье рассматривается одна из ключевых проблем разливочных ковшей ферросплавного производства. А именно стойкость футеровки к механическим и высокотемпературным нагрузкам. Описаны стандартные режимы работ и периодичность замены футеровки. Проведены лабораторные исследования по поиску оптимального состава защитного слоя. Опробованы несколько вариантов составов для защиты футеровки от контакта жидкого металла и шлака. В работе приведен литературный обзор по применению защитных огнеупорных обмазок. Подробно описана целесообразность применения защитного слоя разливочных ковшей. Также представлен в качестве примера использование защитных обмазок для сталеплавильного производства. На настоящий момент огнеупорные обмазки существуют в обширном ассортименте, с огнеупорностью в интервале от 500°C до 1900°C. В статье приведено описание разных видов огнеупорных материалов, применяемых в современное время, такие как глиноземистые, алюмосиликатные, силикатные, магнезитовые, хромитовые материалы и использование защитных обмазок в разливочных ковшах производства высокоуглеродистого феррохрома. Определены оптимальные виды и составы защитных обмазок и приводятся результаты сравнения со стандартными режимами использования разливочных ковшей и с применением ковшей с защитным слоем.*

*Ключевые слова: феррохром, разливочный ковш, защитный слой, футеровка, стойкость.*

### **Введение**

Производство высокоуглеродистого феррохрома (далее ФХ (в/у)) на Актюбинском заводе ферросплавов ведется в двух плавильных цехах. Основная их доля выплавляется в плавильном цехе № 4, оснащенный современными печами постоянного тока. Оставшаяся часть приходится на плавильный цех № 1, где выплавка ФХ (в/у) производится в печах переменного тока. Несмотря на то, что эти цеха выплавляют идентичные марки ФХ (в/у) существуют значительные отличия в проводимых в них технологических процессах. Среди отличий можно выделить операции по выпуску и разливке расплава. В плавильном цехе № 4 не

предусмотрено использование промежуточных технологических приспособлений для разлива металла, тогда как в плавильном цехе № 1 использует целый парк различной посуды. Основным технологическим средством при разливе металла являются специальные разливочные ковши. Ковш представляет собой глухондную металлическую конструкцию из листовой стали с симметрично расположенными боковыми цапфами для грузоподъемных механизмов (рисунок 1).

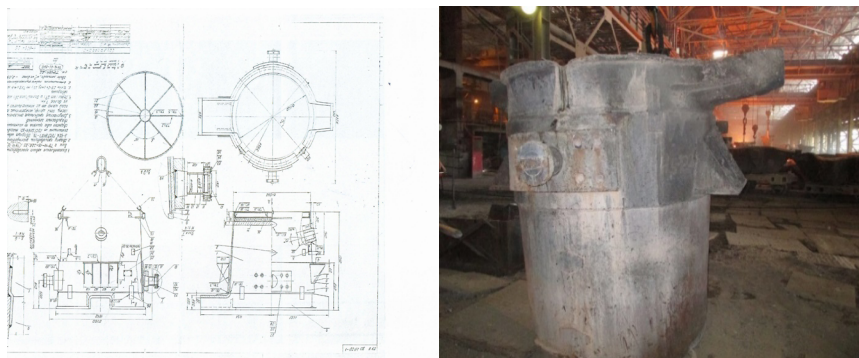


Рисунок 1 – Сборочный чертеж и общий вид разливочного ковша ПЦ-1

Разливочные ковши изнутри имеют огнеупорную футеровку, выполненную из шамотных кирпичей марки типа ШБ-5. Огнеупорную кладку выполняют в один или два слоя в зависимости от выплавляемой марки феррохрома. Чем ниже содержание углерода в сплаве, тем больше слоев огнеупорной кладки. При выплавке феррохрома марок ФХ800-950 с содержанием углерода от 8,01 до 9,49 масс. %, разливочные ковши футеруют шамотным кирпичом в один слой. Кладку исполняют с установкой кирпичей на ребро в радиальном направлении от вертикальной оси. В среднем такая кладка выдерживает до 10 разливок феррохрома. Если выплавляется феррохром марок ФХ600-650 содержанием углерода от 6,01 до 6,49 масс. %, то огнеупорную кладку выполняют в два слоя. Здесь кирпичи устанавливают на плашку как показано на рисунке 2.



Рисунок 2 – Футеровка ковша для разлива феррохрома марок ФХ600-650

Данная схема футеровки ковша позволяет оперативно заменять кирпичную кладку рабочего слоя в короткий промежуток времени из-за более высокой химической агрессивности металлического расплава по сравнению с рядовыми марками ФХ (в/у). Срок службы кирпичей рабочего слоя футеровки не превышает 6 выпусков расплава. Таким образом, одним из основных факторов, влияющим на стойкость огнеупорной кладки ковшей, является химический состав шлако-металлического расплава и перегрев металла над температурой плавления. Исходя из физико-химических свойств выплавляемого сплава подбирается огнеупорный материал, инертный к нему или в некоторых случаях сходный по химическому составу.

Также для выбора типа огнеупоров для футеровки ковшей определяющими факторами являются повышенная термостойкость и низкая теплопроводность, способствующая снижению тепловых потерь через стенки ковша, что в свою очередь уменьшает образование шлако-металлического гарнисажа, избыточное образование которого является причиной вывода ковшей из эксплуатации с последующей их чисткой, а также снижению показателей производства.

Другим фактором, влияющим на стойкость футеровки ковшей, служит механическое воздействие на нее при чистке ковшей от шлако-металлических настывей после разливки. При удалении настывей футеровка подвергается механическим ударным нагрузкам в процессе обработки на специальных металлических пиках или гидромолотах. На кладке остаются сколы и выбоины, образуя шероховатую поверхность. В последствии эти шероховатости создают условия для адгезии расплава в слой кирпичной кладки и постепенному его разрушению, что в конечном итоге приводит к снижению стойкости футеровки ковша. В целом, с учётом вышеизложенного можно выделить две основные причины снижения стойкости футеровки ковшей, это термохимическое воздействие шлако-металлического расплава и механические повреждения в процессе обслуживания ковшей. В этой связи, поиск способов увеличения стойкости футеровок ковшей за счет уменьшения влияния этих двух факторов весьма актуальна. Увеличить срок эксплуатации огнеупорной футеровки можно за счет добавления дополнительного количества слоев кладки огнеупорных кирпичей или использования наливных футеровок. Но в первом случае это приведет к уменьшению полезного объема ковшей и изменению его массы. Это потребует изменить габариты ковша в сторону их увеличения и соответственно увеличить расходы, как на металлоизделия, так и на огнеупорные материалы. Дополнительно увеличивается нагрузка на разливочные краны ввиду изменения весовых параметров ковшей. При таком раскладе предпочтительнее применение наливных футеровок. Наливная футеровка более компактная и не приводит к уменьшению полезного объема ковша. Несмотря на положительные моменты, наливная футеровка имеет ряд недостатков. К ним относятся высокая стоимость огнеупорных материалов, сложность и длительность процесса футеровки, а также последующей термообработки.

Альтернативным вариантом для увеличения срока службы огнеупорной кладки ковшей могут служить защитные обмазки. Огнеупорные защитные обмазки представляют собой порошки из различных огнеупорных материалов определенной зернистости в смеси с разного рода добавками, обеспечивающими связывание компонентов обмазки с защищаемым материалом. Обмазки на рабочую поверхность огнеупорной футеровки можно наносить вручную или, что предпочтительнее, методом торкретирования (рисунок 3). Торкретирование является наиболее эффективным способом повышения стойкости футеровки. Для торкретирования применяют как алюмосиликатные, так и кремнеземистые и другие массы [1].



Рисунок 3 – Торкретирование разливочных ковшей

Учитывая вышеизложенное, можно сделать заключение о перспективности и привлекательности использования огнеупорных обмазок для защиты огнеупорных кладок (футеровки) разливочных ковшей. Технология достаточно простая и легко поддается механизации. Таким образом, целью работы является оценка технологической возможности использования защитных обмазок для увеличения срока службы футеровки на разливочных ковшах путем постановки лабораторных опытов и опытно-промышленных испытаний.

Использование огнеупорных обмазок получило широкое распространение в большой металлургии. В частности, сталеплавильная отрасль успешно применяет такие приемы для защиты разливочных ковшей. На настоящий момент существует обширный ассортимент различных смесей с огнеупорностью в интервале 500–1900 °С. Опираясь на литературные данные [2] огнеупорные обмазки условно можно разделить на следующие виды (в зависимости от типа наполнителя):

- глиноземистые (муллитовые, корундовые, муллит-корундовые);
- алюмосиликатные (шамот);
- силикатные (кварц или кварциты);
- магнезитовые (периклаз, магнезитовый порошок термообработанный);
- хромитовые (хромиты).

Огнеупоры обычно изготавливают из природного сырья или после термообработки в результате дегидратации, декарбонизации глины [3]. Известно, что для защиты огнеупорной кладки сталеплавильных ковшей зачастую

используют шамотные обмазки, состоящие из шамотного порошка и огнеупорной глины [4]. В качестве связующего материала обычно применяют жидкое стекло. Также встречаются данные по использованию молотого кварцита или дисперсного хромита [4].

#### Материалы и методы

Сухой молотый материал и связующее вещество предварительно взвешивают, затем засыпают в лабораторный смеситель, включают режим смешения. После этого в смеситель небольшими порциями подают связующее. Процесс смешивания производят до полной однородности смеси. Для материалов, обладающих низкой смачиваемостью и пластичностью предусматривается ввод пластификатора в виде огнеупорной или бентонитовой глины. Пластификатор подается в сам материал и после предварительного сухого смешивания подается связующее. Для смесей, где выступает связующим бентонит, сперва осуществляют сухое смешение материала и бентонитовой глины, затем подается вода.

Готовый образец укладывают на огнеупорный поддон и просушивают в сушильном шкафу при температуре не более 200 °С в течение 15 минут для удаления лишней влаги и избежания термоудара. После сушки образец остужают, осматривают на наличие трещин, выплывания связующего. Затем муфельную печь нагревают до 1000 °С (показатель средней температуры сушильного горна печи) и после набора необходимой температуры в нее помещают образец (на защитный поддон) с выдержкой в течение 15 мин. По истечении времени выдержки образец извлекают и оставляют остужаться. Остывший образец повторно осматривают на наличие трещин (деформации), замеряют толщину (усадку). Составы, отвечающие выдвигаемым критериям, дополнительно подвергают испытаниям на металло- и шлакоустойчивость. Для этой цели в печи Таммана в тигле расплавляют ФХ (в/у) /шлак ФХ (в/у). Затем в расплав металла/шлака опускают предварительно термообработанный образец обмазки (предварительно нанесенный на фрагмент шамотного кирпича) и выдерживают в течение 30 мин. После выдержки образец извлекают из расплава, остужают и замеряют глубину адгезии металла/шлака. В таблице 1 приведены составы смеси для обмазки огнеупоров.

Таблица 1- Составы огнеупорных обмазок

№ п/п	Состав смеси	Огнеупорность*, °С	Примечание
1	Молотый шамот-85% Бентонит (глина огнеупорная)-8-10% Жидкое стекло-10-20%	1730	Бентонит в качестве пластификатора
2	Микросилика-75% Шлак РФХ-5% Жидкое стекло-20%	1750	-

3	Кварцит Жидкое стекло-20%	1750	--
4	Шлак ВУ ФХ -80 % жидкое стекло 20%	1730	-
5	Пыль АТУ -90% Бентонит-5% Жидкое стекло (по необходимости)	1890	Бентонит в качестве пластификатора
6	Молотый корунд с желобов Жидкое стекло / алюминат натрия	1800	-

\*Температура указанных смесей были определены путем лабораторных исследований.

### Определение свойств и выбор оптимального состава огнеупорной смеси

Перед проведением тестов были определены наиболее важные оценочные критерии для огнеупорных смесей. В этот перечень вошли следующие показатели:

- пластичность исходной увлажненной смеси
- адгезия смеси при нанесении на огнеупорный кирпич
- стойкость при предварительной сушке (200 °С)
- стойкость термическим нагрузкам (1000 °С, для моделирования сушки ковшей)
- стойкость при смачивании расплавом (моделирование контакта с расплавом в ковше).

Из шести вариантов опробованных вариантов смесей, вышеперечисленным критериям отвечали составы на основе молотого шамота, шлака ФХ (в/у) и кварцита (составы № 1, № 3 и № 4). Состав на основе молотого корунда (№6) обладал низкой пластичностью и адгезией к огнеупору и дальнейшие тесты с этой смесью были прекращены. Смесь на основе микросилики обладает достаточно высокой пластичностью, но требует повышенного увлажнения (состав № 2). Добавка воды составила порядка 40 % от сухой массы наполнителя. При этом показатели по адгезии к огнеупору были неудовлетворительными, смесь отслаивалась от кирпича. По этой причине тесты по оставшимся критериям не проводились.

Смесь на основе хромитовой пыли АТУ-4 (состав № 5) обладала высокой пластичностью и адгезией к шамотному кирпичу. Однако при предварительной сушке при 2000°С (во избежание термошока при высокотемпературной обработке) обмазка покрылась глубокими трещинами с отслоением отдельных фрагментов.

Промышленные испытания в условиях выплавки ФХ800-850 на печах плавильного цеха № 1

В участок футеровки ковшей установили ковш с предварительным демонтажем отработанной огнеупорной кладки. После установки ковша, рабочим персоналом цеха произведена кладка футеровки ковша шамотным кирпичом согласно действующего технологического регламента. Поверх шамотной кладки



примерно на треть ее площади нанесли огнеупорную обмазку из смеси молотого боя шамота, бентонита и жидкого стекла. Следующую треть кладки обмазали смесью кварцита и стекла. На оставшуюся площадь нанесли обмазку на основе молотого шлака ФХ (в/у) также на связке из жидкого стекла. При попытке перемещения ковша к узлу сушки произошло отлипание всех трех видов обмазки с оголением огнеупорной кладки. Увеличение расхода связующего (жидкого стекла) не привело к каким-либо изменениям. С учетом этого, опыты со смесями на связке из раствора силиката натрия прекратили. Ковш зачистили от остатков смеси и перешли к использованию комбинированной связки, состоящей из смеси цемента, бентонита и органического связующего (далее Лигно). Использование комбинированной связки позволило устранить проблему отслоения обмазок вне зависимости от типа наполнителя. С учетом этого, на первом этапе ковш полностью обмазали смесью на основе шамота (рисунок 4). Смесь состояла из 85 % молотого шамотного боя, 6 % цемента, 3 % Лигно и 6 % бентонита. Влажность смеси составляла порядка 20 %.



Рисунок 4 – Нанесенная защитная обмазки на основе молотого боя шамота

Готовый ковш заправили песком и установили на узел сушки. По истечении 30-40 мин сушки (согласно принятым нормам) произвели осмотр обмазки ковша. При визуальном осмотре трещин или отслоения огнеупорной обмазки не обнаружено. Далее ковш использовали при выпуске с последующим осмотром состояния огнеупорной кладки. Повреждений огнеупорной кладки не было зафиксировано и эксплуатацию ковша продолжался в штатном режиме. Технологических отклонений и каких-либо затруднений при их эксплуатации не зафиксировано. Ковши выдержали от 13 до 18 наливов против 10 наливов в базовом варианте без обмазки. Необходимо отметить, что в этот период основную долю выплавленного и разлитого металла составляла марка ФХ800.

На следующем этапе в качестве обмазки использовали молотый кварцит крупностью 0-1мм. Смесь состояла также из 85 % кварцита, по 6 % цемента и бентонита, а также 3 % Лигно. Здесь средняя влажность смеси не превышала 16 %. Смесь обладала хорошей адгезией к огнеупорной кладке и не вызывала затруднений при обмазке ковша. Процесс сушки ковша и дальнейшей эксплуатации прошел

без осложнений. На этом типе обмазки также было испытано 3 ковша. Количество выпусков составило от 10 до 14 выпусков. Следующие опыты были проведены с использованием молотого шлака ФХ (в/у) также на трех ковшах. Процентный состав и влажность смеси была аналогичной испытаниям на основе кварцита. Ресурс ковшей не превышало 8 выпусков несмотря на то, что выплавляли ФХ (в/у) марки ФХ850. Иначе говоря, показатели по ходимости ковшей получились ниже чем в базовом режиме. Средние значения наливов по всем проведенным испытаниям представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты испытаний различных типов огнеупорных обмазок в условиях выплавки ФХ800-850 в ПЦ № 1 (количество наливов)

Наименование	Количество наливок
Без обмазки (базовый период)	10
Шамот	15
Кварцит	11
Шлак ФХ (в/у)	8

### Результаты и обсуждение

Проведены тестовые лабораторные опыты по подбору защитных огнеупорных обмазок футеровок разливочных ковшей ПЦ-1. По результатам тестов определены 3 состава смесей на основе молотого боя шамота, молотого кварцита и шлака ФХ (в/у). Опробованы опытно-промышленные испытания на разливочных ковшах ПЦ-1 при производстве феррохрома марок ФХ800-850, в связи с чем выявлено, что:

– стойкость футеровки ковшей с обмазкой на основе молотого боя шамота в среднем составляет 15 наливов против 10 выпусков при базовом режиме на марке ФХ800;

– стойкость футеровки ковшей с обмазкой на основе молотого кварцита составила в среднем 11 наливов против 10 выпусков при базовом режиме на марке ФХ850;

– стойкость футеровки ковшей с обмазкой на основе молотого шлака ФХ (в/у) составила в среднем 8 наливов против 10 выпусков при базовом режиме на марке ФХ850.

### Выводы

Проведенные опытно-промышленные испытания показали, перспективность использования защитных обмазок для повышения стойкости футеровки. Данный метод положительно влияет на увеличение срока службы огнеупорной кладки ферросплавных разливочных ковшей. Применение защитных обмазок на основе шамота показывают наиболее высокий результат по сравнению с защитными слоями содержащие кварцит и шлак ФХ (в/у).

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 **Кашеев, И. Д.** Свойства и применение огнеупоров. Справочное издание. – М.: Теплотехник, 2004. – 352 с.
- 2 **Папко, Л. Ф.** Огнеупоры для стекловаренных печей: учебное пособие / Л. Ф. Папко, Павлюкевич Ю. Г. – Минск : БГТУ, 2008. – 100 с.
- 3 **Стрелов, К. К.** Теоретические основы технологии огнеупорных материалов : [Учеб. пособие для металлург. специальностей вузов] / К. К. Стрелов, И. Д. Кашеев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Metallurgia, 1996. – 606 с.
- 4 **Ульянов, В. А.** Огнеупорные, теплоизоляционные и строительные материалы для печей: учебное пособие / В. А. Ульянов, М. А. Ларин, В. Н. Гушин. – М: Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. – 152 с.
- 5 **Кашеев, И. Д.** Футеровка дуговых электросталеплавильных печей / И. Д. Кашеев, И. П. Басьяс, Г. А. Фарафонов, В. И. Сизов ; под ред. И. Д. Кашеева. – М. : Интернет Инжиниринг, 2010. – 190.
- 6 **Стрелов, К. К.** Теоретические основы технологии огнеупорных материалов. – М. : Metallurgia, 1985. – 480 с.
- 7 **Кашеев, И. Д., Стрелов, К. К.** Волокнистые огнеупорные материалы. – Екатеринбург : УПИ, 1992. – 88 с.
- 8 **Абдулабеков, Е. Э., Каскин, К. К., Нурумгалиев, А. Х.** Теория и технология производства хромистых сплавов. – Алматы : Республиканский издательский кабинет по учебной и методической литературы, 2010. – 280 с.
- 9 **Дятлова, Е. М.** Химическая технология керамики и огнеупоров. В 2 ч. Ч. 1 : тексты лекций для студентов специальности 1-48 01 01 «Химическая технология неорганических веществ, материалов и изделий» специализации 1-48 010109 «Технология тонкой функциональной и строительной керамики» / Е. М. Дятлова, Ю. А. Климош. – Минск : БГТУ, 2014. – 224 с.
- 10 **Карклит А. К.** Огнеупорные изделия, материалы и сырье / А. К. Карклит, Н. М. Пориньш, Г. М. Каторгин, А. С. Норкина, И. Ю. Соломинская. – М. : Metallurgia, 1991. – 416 с.

## REFERENCES

- 1 **Kashheev I. D.** Svoystva i primeneniye ogneuporov [Properties and application of refractories]. Teplotekhnik, Moscow, 2004. – 169 p.
- 2 **Papko, L. F.** Ogneupory` dlya steklovarenyy`x pechej: uchebnoe posobie/ L. F. Papko, Pavlyukevich Yu. [Refractories for glass furnaces: textbook]. Minsk, BSTU, 2008. – 100 p.
- 3 **Strelov K. K., Kashheev I. D.** Teoreticheskie osnovy` tehnologii ogneuporny`x materialov [Theoretical foundations of the technology of refractory materials]. Moscow, «Metallurgy» 1996. – 4 p.
- 4 **Ulyanov, V. A.** Ogneuporny`e, teploizolyacionny`e i stroitel`ny`e materialy` dlya pechej: uchebnoe posobie [Refractory, heat-insulating and building materials

for furnaces: study guide]. V. A. Ulyanov, M. A. Larin, V. N. Gushchin. – Moscow, Vologda: Infra-Engineering, 2019. – 152 p.: ill., tab.

5 **Kashheev I. D., Bas`yas I. P., Farafonov G. A., Sizov V. I.** Futеровка dugovy`x e`lektrostaleplavil`ny`x pechej [Lining of electric arc furnaces]. Moscow, Internet Engineering. 2010.

6 **Strelov, K. K.** Teoreticheskie osnovy` texnologii ogneuporny`x materialov: [Theoretical foundations of technology of refractory materials]. – M : Metallurgiya, 1985. – 480 p.

7 **Kashheev, I. D., Strelov, K. K.** Voloknisty`e ogneuporny`e materialy` [Fibrous refractory materials]. – Ekaterinburg : UPI, 1992, 88 p.

8 **Abdulabekov, E. E., Kaskin, K. K., Nurumgaliev, A. X.** Teoriya i texnologiya proizvodstva xromisty`x splavov [Theory and technology of production of chromium alloys]. – Almaty, 2010. – 280 p.

9 **Dyatlova E. M., Klimosh Yu. A.** Ximicheskaya texnologiya keramiki i ogneuporov [Chemical technology of ceramics and refractories]. Minsk, 2014.

10 **Karklit, A. K., Porin`sh, N. M., Katorgin, G. M., Norkina, A. S., Solominskaya, I. Y.** Ogneuporny`e izdeliya, materialy` i sy`r`e [Refractory products, materials and raw materials]. Metallurgiya. Moscow. 1991.

Материал поступил в редакцию 14.07.23.

*\*Н. А. Ұлмаганбетов<sup>1</sup>, М. С. Алмагамбетов<sup>2</sup>,*

*О. В. Заякин<sup>3</sup>, М. С. Досекенов<sup>4</sup>*

<sup>1,2,4</sup>ERG Ғылыми зерттеу инжинирингтік орталығы,

Қазақстан Республикасы, Ақтөбе қ;

<sup>3</sup>Металлургия институты, Ресей, Екатеринбург қ.

Материал 14.07.23 баспаға түсті.

## **ФЕРРОҚОРЫТПА ӨНДІРІСІНІҢ ҚҰЮ ШӨМІШІНІҢ ФУТЕРОВКАСЫНЫҢ ТӨЗІМДІЛІГІН ОҢТАМАЛАНДЫРУ**

*Бұл мақалада ферроқорытпа өндірісінің құю шөміштерінің негізгі мәселелерінің бірі қарастырылады. Атап айтқанда, төсемнің механикалық және жоғары температуралық жүктемелерге төзімділігі. Жұмыстың стандартты режимдері және төсемді ауыстыру жиілігі сипатталған. Қорғаныс қабатының оңтайлы құрамын табу үшін зертханалық зерттеулер жүргізді. Сұйық металдың және шлақтың жанасуынан қаптаманы қорғауға арналған композициялардың бірнеше нұсқалары сынақтан өтті. Жұмыста қорғаныш отқа төзімді жабындарды қолдану бойынша әдебиеттерге шолу берілген. Құю шөміштерінің қорғаныш қабатын қолданудың орындылығы егжей-тегжейлі сипатталған. Мысал ретінде болат балқыту үшін қорғаныш жабындарын қолдану да келтірілген. Қазіргі уақытта отқа төзімді жабындар кең ауқымда бар, отқа төзімділігі 500 ° C-тан 1900 ° C-қа дейін. Мақалада алюминий, алюмосиликат, силикат, магнезит, хромит сияқты*

*қазіргі уақытта қолданылатын әртүрлі типтер сипатталған. Бұл жұмыста қорғаныс жабындарын өндірістік жағдайларда, атап айтқанда жоғары көміртекті феррохром алу үшін құю шөміштерінде қолдану сипатталған. Қорғаныс жабындарының оңтайлы түрлері мен құрамы анықталады. Құю шөміштерін пайдаланудың стандартты режимдерімен және қорғаныс қабаты бар шөміштерді қолданумен салыстыру нәтижелері келтірілген.*

*Кілтті сөздер: феррохром, құю шөміші, қорғаныш қабат, футеровка, төзімділік*

**\*N. A. Ulmaganbetov<sup>1</sup>, M. S. Almagambetov<sup>2</sup>, O. V. Zayakin<sup>3</sup>,  
M. S. Dossekenov<sup>4</sup>**

<sup>1,2,4</sup>Scientific Research Engineering Center of ERG,  
Republic of Kazakhstan, Aktobe;

<sup>3</sup>Institute of Metallurgy, Russian Federation, Ekaterinburg.

Material received on 14.07.23.

### **OPTIMIZATION OF THE LINING RESISTANCE OF THE FERROALLOY PRODUCTION POURING LADLES**

*This article includes one of the problems of casting ladles of ferroalloy production. It is the resistance of the lining to mechanical and high-temperature loads. The standard modes of operation and the frequency of replacement of the lining are described. Laboratory studies were carried out to find the quantitative composition of the protective layer. Several variants of compositions were tested to protect the lining from the contact of liquid metal and slag. The paper presents a literature review on the use of refractory coatings. The expediency of using the protective layer of pouring ladles is described in detail. The use of protective coatings for steelmaking is also presented as an example. At the moment, refractory coatings exist in an extensive range, with fire resistance in the range from 500 °C to 1900 °C. The article describes the different types used in modern times, such as aluminous, aluminosilicate, silicate, magnesite, chromite. This paper describes the use of protective coatings in industrial conditions, namely in casting ladles for the production of high-carbon ferrochrome. The optimal types and compositions of protective coatings are determined. The results of comparison with the standard modes of using pouring ladles and with the use of ladles with a protective layer are given.*

*Keywords: ferrochrome, pouring ladle, protective layer, lining, resistance*

Теруге 08.09.23 ж. жіберілді. Басуға 29.09.23 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

5,07 Mb RAM

Шартты баспа табағы 17,61 Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: Е. Е. Калихан

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс № 4133

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов көш., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

nitk.tou.edu.kz