

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева


А.Г. Мажуга

2017 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Поморцева Сергея Анатольевича по теме:
«Разработка технологии модифицированных периклазоуглеродистых огнеупоров для сталеразливочных ковшей», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов

Периклазоуглеродистые огнеупоры для футеровки сталеразливочных ковшей определяют технико-экономические показатели производства стали. Основными причинами вывода из эксплуатации сталеразливочных ковшей являются образование и раскрытие вертикальных трещин, а также опережающий износ шовных поверхностей в футеровке стеновой и шлаковой зоны сталеразливочных ковшей. Повышение стойкости огнеупоров в рассматриваемой работе осуществлено путем модифицирования их структуры углеродными волокнами и карбидкремниевым антиоксидантом. При изменении состава шихты решены важные физико-химические вопросы, связанные с адгезией и смачиванием фенолформальдегидной смолой (связующее) поверхности углеродных волокон, с их равномерным распределением в шихте и с оптимизацией технологии производства углеродсодержащих ковшевых изделий. Введение углеродистых волокон в шихту периклазоуглеродистых огнеупоров позволило создать новую технологию их производства. Промышленное внедрение модифицированных периклазоуглеродистых огнеупоров подтвердило

достоверность результатов научных исследований и позволило повысить стойкость огнеупоров в футеровке сталеразливочных ковшей до 89 плавов. Введение в шихту карбидкремниевого антиоксиданта дало возможность создать монолитную структуру шва, что уменьшило скорость износа футеровки.

В связи с этим диссертационная работа С.А. Поморцева, посвященная созданию перспективной технологии получения высококачественных модифицированных периклазоуглеродистых огнеупоров, является актуальной, своевременной и перспективной.

Представленная диссертационная работа С.А. Поморцева содержит введение, аналитический обзор литературы, методическую и экспериментальную части, выводы и прилагаемые акты использования результатов НИР.

В обзоре литературы приведены основные сведения об армировании структуры оксидноуглеродистых огнеупоров углеродными волокнами различных производителей. Разработаны критерии выбора углеродных волокон. Проведен анализ эффективности применения различных антиоксидантов при модифицировании структуры и свойств периклазоуглеродистых огнеупоров. Рассмотрены механизмы образования новых фаз при использовании различных антиоксидантов, изменения коррозионных и эрозионных свойств. Подробный анализ литературных данных позволил диссертанту обоснованно наметить конкретные задачи исследования и пути их решения.

Основной целью диссертационной работы является разработка технологии композиционного периклазоуглеродистого формованного изделия с высокими эксплуатационными свойствами для футеровки сталеразливочных ковшей. Для достижения поставленной цели поэтапно решено несколько задач, начиная с определения критериев выбора компонентов шихты периклазоуглеродистых огнеупоров и заканчивая проведением опытно-промышленных испытаний в условиях ККЦ и ЭСПЦ ПАО «ММК». Особое внимание уделено влиянию микроструктуры графитов различных месторождений на коррозионную устойчивость периклазоуглеродистых изделий.

При решении поставленных задач диссертант получил ряд новых результатов, составляющих научную новизну:

1. Установлено, что, сравнивая размеры областей когерентного рассеяния (ОКР) в применяемых графитах, можно оценить относительную скорость их окисления: с увеличением размера ОКР скорость окисления уменьшается.

2. В отличие от сухого способа введения углеродных волокон, предварительная их обработка полярным растворителем этиленгликолем перед введением в формовочную массу, благодаря снятию с них статического заряда, устраняла спутывание и комкование, обеспечивая их равномерное распределение в формовочной массе.

3. Добавка 0,05 масс. % углеродных волокон (диаметр 6-9 мкм, длина от 0,9 до 4 мм, прочность при растяжении – 2500 МПа) в формовочную массу для периклазоуглеродистых огнеупоров позволяет уменьшить содержание в ней углерода с 7,0 до 4,0 масс. %, обеспечивает расширение 1,1 % при 1400 °С (без добавки усадка до 1,1 %). При этом прочность при изгибе выросла на 20 %, при растяжении – на 13 %, при сжатии (после коксующего обжига) – с 25,9 до 36,2 МПа, термостойкость с 9 до 13 теплосмен, а размер швов между изделиями при кладке сталеразливочного ковша уменьшился.

4. Установлено, что механизм износа в сталеразливочном ковше у периклазоуглеродистых огнеупоров на границе со шлаком для изделий, содержащих различные антиоксиданты, существенно различается. В изделиях с антиоксидантом на основе порошка алюминия (антиоксидант АПВ-П) шлакометаллический расплав проникает внутрь огнеупора по границе с углеродной составляющей с отслоением зерен периклаза и последующим их растворением в шлаке. При использовании в качестве антиоксиданта 3 масс. % SiC фракции 0-1 мм на границе огнеупор-шлак образовывалась пленка из оксида кремния, замедляющая коррозию. В области швов между огнеупорными изделиями эта пленка способствовала повышению монолитности футеровки, что приводило к снижению износа с одновременным повышением равномерности износа огнеупора и шовной поверхности.

Практическая значимость полученных результатов заключена в следующем:

1. Установлено, что введение волокон в состав шихты существенно снижает высокотемпературную усадку изделий и повышает прочность изделий. Скорость износа опытных изделий на 15 % ниже серийных, что позволило увеличить стойкость футеровки на 10 наливов.

2. Изготовлены периклазоуглеродистые изделия с введением в качестве модификатора и антиоксиданта 3 масс. % SiC. Износ опытных изделий в футеровке сталеразливочного ковша на 15-20 % меньше, чем у серийных огнеупоров. При этом износ происходит равномерно, без образования характерной поверхности «булыжником» и появления трещин.

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов, содержащихся в диссертации, подтверждается совпадением результатов, полученных различными методами, проведенными на высоком научном и техническом уровне с применением современных методик исследований и современного оборудования. Полученные результаты не противоречат современным научным теориям и согласуются с опубликованными в литературе данными.

Общая оценка диссертационной работы Поморцева С.А. положительна. Тематика работы актуальна и перспективна. Объем экспериментальных исследований, охватывающий несколько технологий получения износостойких периклазоуглеродистых огнеупоров, достаточен. В работе использовали современные методы исследования. Полученные результаты проанализированы с привлечением современных теоретических представлений по изучаемому вопросу, имеют научную новизну и практическую значимость.

Диссертация изложена грамотным научным языком, логично и последовательно, хорошо иллюстрирована. Основные результаты работы изложены в 9 научных статьях (8 из которых – в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ) и обсуждены на научных конференциях. Автореферат и публикации достаточно полно раскрывают содержание работы. Результаты работы могут быть использованы на предприятиях, занимающихся производством

оксидноуглеродистых формованных огнеупоров, таких как: ОАО «Группа Магнезит», ОАО «Динур», ОАО «БКО», ОАО «Огнеупоры».

Замечания по диссертационной работе

1. В работе отсутствует анализ зависимостей износа футеровки от условий эксплуатации сталеразливочных ковшей:

- шлакового режима;
- времени выдержки;
- наличия и доли вакуумирования;
- сортамента выплавляемых сталей.

2. Не совсем логичен выбор графита при проведении опытно-промышленных испытаний. Так по совершенству структуры лучшие свойства показывали графиты FLS 897 (Норвегия) и Falke 94100 (Бразилия) (стр. 83); по стойкости к окислению – «+595» (Мадагаскар), FLS 897 и Falke 94100 (стр. 86), однако при испытаниях футеровок использовали графит ГЭ-1.

3. Вторая глава несколько перегружена анализом микроструктуры графита и иллюстративными материалами.

4. Не обоснована экономическая целесообразность модифицирования структуры периклазоуглеродистых огнеупоров.

Несмотря на указанные замечания в работе сделан важный шаг по пути увеличения стойкости сталеразливочных ковшей и, как следствие, уменьшению расходов по статье «огнеупоры» в сталеплавильном производстве. Автором разработана технология получения армированной и монолитной структуры формованных изделий при эксплуатации сталеразливочных ковшей.

По тематике, методам исследования, предложенным новым научным положениям, диссертация соответствует паспорту специальности научных работников 05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов в части п.1 формулы специальности:

- Силикатные и тугоплавкие неметаллические материалы (СиТНМ), включающие:

- по химическому составу – оксиды, их соединения, неметаллические углеродсодержащие материалы, карбиды;

- по структуре слагающих фаз – аморфные и кристаллические (монокристаллические, поликристаллические, нанокристаллические); по особенностям технологии, строению и функциональному назначению – огнеупоры и композиционные материалы на основе SiТНМ;

- по размерным параметрам – порошковые, волокна.

В части п.2 формулы:

- физико-химические принципы технологии материалов и изделий из SiТНМ, включают стадии подготовки исходных материалов, смешивания и гомогенизации компонентов, формования заготовок или изделий, их упрочнения, высокотемпературных процессов. Технологические схемы производства изделий.

В части п.3 формулы:

- физико-химические свойства исходных материалов; полупродуктов; готовых материалов и изделий в зависимости от химико-минерального состава и структуры (химические, механические, термические, термомеханические, и др.).

В части п.1, 2, п. п. 1.2 Области исследований:

1. Физико-химические основы технологии и свойства материалов и изделий.

Материаловедение. Применение.

1.2. Огнеупорные материалы и изделия на их основе. Получение исходных материалов, в том числе порошков с требуемой структурой (химическим и фазовым составом, формой частиц, размером, распределением по размеру); смешивание компонентов;

2. Физико-химические процессы, происходящие при эксплуатации в материалах и изделиях на основе SiТНМ. Материаловедение.

Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации.

Учитывая актуальность, научную новизну и практическую значимость полученных результатов, считаем, что диссертационная работа Поморцева Сергея Анатольевича на тему: «Разработка технологии модифицированных периклазоуглеродистых огнеупоров для сталеразливочных ковшей» является

завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований сформулированы и научно обоснованы решения, обеспечивающие получение износостойких модифицированных огнеупоров. Внедрение результатов работы вносит вклад в развитие экономики страны и способствует решению проблемы импортозамещения материалов и изделий. Диссертационная работа соответствует требованиям пунктов 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а её автор – Поморцев Сергей Анатольевич, заслуживает присуждения ему степени кандидата технических наук по научной специальности 05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

Диссертация рассмотрена, отзыв заслушан и утвержден на заседании кафедры химической технологии керамики и огнеупоров Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева 27 октября 2017 года, протокол № 6.

Заведующий кафедрой ХТКиО

д.х.н., проф.

А.В. Беляков

Контактная информация:

Беляков Алексей Васильевич, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой химической технологии керамики и огнеупоров, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», Российская Федерация, 125047, Москва, Миусская пл., д. 9; телефон: (499) 978-86-44; rector@muctr.ru; www.muctr.ru