

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.401.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ», МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 26 ноября 2024 года № 190

О присуждении Запольской Екатерине Михайловне, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Совершенствование ресурсосберегающих технологий высокотемпературного разогрева и повышение стойкости алюмопериклазоуглеродистых футеровок сталеразливочных ковшей» по специальности 2.6.2. Metallургия черных, цветных и редких металлов принята к защите 02.07.2024 г. (протокол заседания № 186) диссертационным советом 24.2.401.01 на базе ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», Министерство науки и высшего образования РФ, 654007, Кемеровская область – Кузбасс, г. Новокузнецк, Центральный р-н, ул. Кирова, зд. 42; приказ № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Запольская Екатерина Михайловна «14» мая 1987 года рождения, в 2009 г. окончила Сибирский государственный индустриальный университет по специальности «Теплофизика, автоматизация и экология промышленных печей» со специализацией «Промышленная экология», в период с 2011 по 2014 гг. проходила обучение в очной аспирантуре по специальности 05.16.02 Metallургия черных, цветных и редких металлов.

Работает ведущим редактором редакции журнала «Известия вузов. Черная металлургия» ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре металлургии черных металлов и химической технологии ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», Министерство науки и высшего образования РФ.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Темлянцев Михаил Викторович, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», проректор по реализации стратегического проекта.

Официальные оппоненты:

Спирин Николай Александрович, доктор технических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», кафедра «Теплофизика и информатика в металлургии», заведующий кафедрой;

Роговский Александр Николаевич, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», кафедра «Металлургические технологии», заведующий кафедрой.

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», г. Москва, в своем положительном заключении, подписанном доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой металлургии стали, новых производственных технологий и защиты металлов Дубом Алексеем Владимировичем и утвержденном проректором по науке и инновациям НИТУ МИСИС, доктором технических наук, профессором Филоновым Михаилом Рудольфовичем указала, что диссертация Запольской Е.М. удовлетворяет требованиям пункта 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям. Рассматриваемая диссертация является самостоятельной, завершенной научно-квалификационной работой, имеющей логичную структуру и внутреннее единство, в которой решена актуальная задача – повышение стойкости алюмопериклазоуглеродистых футеровок сталеразливочных ковшей посредством применения малообезуглероживающих ресурсосберегающих режимов разогрева, имеющая важное значение для металлургической отрасли. Результаты диссертационной работы прошли практическое апробирование на АО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат». Автор, Запольская Е.М., заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2 – Металлургия черных, цветных и редких металлов.

Соискатель имеет 30 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 30 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы. В публикациях отражены основные научные результаты, полученные в ходе вы-

полнения диссертационной работы. Общий объем опубликованных работ по теме диссертации – 19 печатных листов. В публикациях, включенных в список основных по теме диссертации и подготовленных в соавторстве, вклад соискателя составляет 70 %. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения о работах, опубликованных соискателем ученой степени.

Наиболее значительные работы по теме диссертации: 1) Якушевич, Н.Ф. Исследование процессов обезуглероживания периклазоуглеродистых и алюмопериклазоуглеродистых ковшевых огнеупоров / Н.Ф. Якушевич, Е.М. Запольская, М.В. Темлянцев [и др.] // Известия вузов. Черная металлургия. – 2022. – Т. 65. – № 8. – С. 555-562; 2) Запольская, Е.М. Разработка детерминированной математической модели процессов тепломассообмена при разогреве футеровок сталеразливочных ковшей / Е.М. Запольская, А.В. Феоктистов, М.В. Темлянцев [и др.] // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2018. – № 1. – С. 25-33; 3) Протопопов, Е.В. Исследование высокотемпературного обезуглероживания алюмопериклазоуглеродистых ковшевых огнеупоров / Е.В. Протопопов, М.В. Темлянцев, Е.М. Запольская [и др.] // Известия вузов. Черная металлургия. – 2014. – Т. 57. – № 12. – С. 24-28; 4) Запольская, Е.М. Исследование эффективности использования кислорода при отоплении стенов высокотемпературного разогрева футеровок сталеразливочных ковшей / Е.М. Запольская, М.В. Темлянцев, К.Е. Костюченко [и др.] // Известия вузов. Черная металлургия. – 2013. – № 6. – С. 3-7.

На диссертацию и автореферат поступило 12 отзывов, все отзывы положительные, отмечена новизна, научная и практическая значимость работы.

Отзывы без замечаний: 1) д.т.н., профессора, директора научного центра металлургических технологий Государственного научного центра Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии им. И.П. Бардина» Козырева Николай Анатольевича.

Отзывы с замечаниями: 1) д.т.н., профессора, профессора кафедры «Теоретические основы теплотехники» ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Бухмирова Вячеслава Викторовича (1. В автореферате отсутствует математическая формулировка, поставленной в диссертации задачи, нет описания метода решения. Поэтому нельзя оценить уровень и качество разработанной автором математической модели; 2. В автореферате не приведена оценка точности

экспериментального исследования); 2) д.т.н., профессора, заведующего кафедрой «Техника и технологии производства материалов» Филиала ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» в г. Златоуст Чуманова Ильи Валерьевича (1. Из текста автореферата не ясно на основании чего сделан вывод 1 «... зависимости ... состава атмосферы ...» (стр. 18), поскольку данных о составе атмосферы при проведении экспериментов по исследованию процесса обезуглероживания огнеупоров марки DALMOND APC-75Y не приведено. Или атмосферой, отличающейся от атмосферы воздуха, является кислородсодержащая атмосфера (стр. 10)? Если так, то ее состав не приведен; 2. В качестве результатов достаточно глубокого и обширного исследования не получены РИД (патенты на изобретение, программы для ЭВМ), что дополнительно подчеркнуло бы научную и практическую значимость работы); 3) д.т.н., профессора, заведующего кафедрой теплоэнергетики и теплотехники ФГБОУ ВО «Череповецкий государственный университет» Лукина Сергея Владимировича (1. Можно ли по формулу (1) на стр. 8. Полученной на основе лабораторных испытаний нагрева образцов огнеупоров в электрической печи в атмосфере воздуха, определять толщину обезуглероженного слоя при нагреве огнеупоров продуктами горения газообразного топлива? 2. Какие стенды – газовые или электрические – позволяют более эффективно производить разогрев сталеразливочных ковшей?); 4) д.т.н., профессора, главного научного сотрудника лаборатории стали и ферросплавов ФГБУН «Институт металлургии Уральского отделения Российской академии наук», Жучкова Владимира Ивановича и кандидата технических наук, старшего научного сотрудника этой же лаборатории Кель Ильи Николаевича (1. Коэффициент достоверности аппроксимации (R^2) уравнения 1 (страница 9) составляет 0,72. Достаточно адекватно это уравнение описывает предложенную зависимость? 2. В работе сообщается о перспективности применения покрытий на основе силикатного и жидкого стекла для изучаемых огнеупоров, но по какой-то причине не проводится сравнение технико-экономических показателей данного мероприятия с существующим режимом); 5) д.т.н., профессора, профессора кафедры теплотехники и гидрогазодинамики Политехнического института Сибирского федерального университета Скуратова Александра Петровича (1. Не ясно, можно ли применить соотношение (1), полученное при определении толщины обезуглероженного слоя алюмопериклазоуглеродистого ковшевого огнеупора APC-75H1, при исследовании огнеупоров

другого химического состава и структуры? 2. При термогравиметрическом анализе не объясняется причина более высокой стойкости к обезуглероживанию при разогреве алюмопериклазоуглеродистых огнеупоров в сравнении с периклазоуглеродистыми;

3. В тексте нет расчетного обоснования трехуровневой классификации нового критерия тепловой эффективности конструкции стендов разогрева футеровки ковшей);

6) д.т.н., доцента, заместителя начальника научно-исследовательского центра АО «ЕВРАЗ НТМК» Метелкина Анатолия Алексеевича (1. На стойкость футеровки сталеразливочных ковшей влияют много факторов, которые условно можно разделить на следующие группы: конструкция (дизайн) футеровки; эксплуатация металлургического агрегата; качество огнеупорных изделий. К какой группе или группам, по мнению автора, можно отнести представленные в автореферате исследования и какова доля их влияния на общую стойкость футеровки? 2. При расчете потерь тепла, при разогреве футеровки сталеразливочного ковша, не учтены потери тепла через крышку горелки; 3. В автореферате представлены исследования по поведению углеродсодержащих огнеупоров в футеровке сталеразливочного ковша. На сколько целесообразно заменить данный тип огнеупоров на неформованные глинозем содержащие материалы в шлаковом поясе, стенах и днище?); 7) д.т.н., профессора, заведующего кафедрой металлургии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Бажина Владимира Юрьевича (1. В автореферате отсутствует информация о точности аппаратуры, которую использовали для выполнения диссертационной работы; 2. Не указано, как влияет на качество стали износ футеровки сталеразливочных ковшей; 3. Не представлено, в каком виде вносят углерод в шихту; 4. Не показано, как полученные результаты можно применять для футеровок других металлургических агрегатов); 8) д.т.н., доцента, профессора кафедры металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой Старооскольского технологического института им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» Кожухова Алексея Александровича (1. Математическая модель представлена очень поверхностно, отсутствует ее математическое описание; 2. Не приведены результаты тестирования и проверки адекватности модели; 3. Отсутствуют рекомендации по совершенствованию состава огнеупоров с целью снижения интенсивности их обезуглероживания при разогреве); 9) к.х.н., доцента, доцента кафедры металлургии цветных металлов ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский техни-

ческий университет» Кузьминой Марины Юрьевны (1. Какие огнеупорные материалы, выпускаемые на предприятиях Российской Федерации, вы можете предложить в качестве альтернативы уже исследованным огнеупорам? 2. На рисунке 5 структура блоков математической модели представлена крайне мелко, что очень затрудняет чтение; 3. Вызывает сомнение универсальность полученного нового критерия тепловой эффективности стендов разогрева футеровок сталеразливочных ковшей); 10) д.т.н., профессора, заведующего кафедрой нанотехнологий ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет» Дождикова Владимира Ивановича (1. Расположение и структура подписей к рисункам 2, 5, 8 и 9 затрудняет считывание информации; 2. На рис. 3 (с. 10) приведено обозначение только двух из трех представленных изображений без экспликации этих обозначений; 3. Рис. 4 (с. 11) не может называться «Нагрев ... », так как нагрев – это процесс, а на рисунке показано изменение параметров; 4. Нет объяснения, почему вариативность расхода газа не сказывается на параметрах температурного режима нагрева (рис. 8, с. 16)); 11) д.т.н., профессора кафедры «Металлургия железа и сплавов» ФГАОУ ВО «Уральского федерального университета им. первого президента России Б.Н. Ельцина» Загайнова Сергея Александровича (1. Из содержания автореферата непонятен физический смысл предлагаемого критерия эффективности стенда для разогрева футеровки).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью, научной квалификацией, достижениями в области повышения стойкости огнеупоров и футеровок металлургических агрегатов для выплавки и внепечной обработки стали, теплотехники металлургических процессов, математического моделирования тепломассообменных процессов, разработки энерго- и ресурсосберегающих теплотехнологий в металлургии.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны концептуальные принципы создания малообезуглероживающих ресурсосберегающих режимов высокотемпературного разогрева алюмопериклазоуглеродистых футеровок сталеразливочных ковшей, обеспечивающие повышение стойкости и срока службы огнеупоров;

предложен новый критерий тепловой эффективности стендов разогрева футеровок сталеразливочных ковшей;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны закономерности и механизмы влияния температурно-временного фактора на кинетику обезуглероживания алюмопериклазоуглеродистых ковшевых огнеупоров различного состава и свойства обезуглероженных слоев;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован комплекс методов физического и математического моделирования, позволивший на основе эмпирических данных и многовариантных расчетов установить влияние различных факторов на тепловую эффективность стендов, разработать малообезуглероживающие ресурсосберегающие режимы разогрева сталеразливочных ковшей, обеспечивающие повышение стойкости алюмопериклазоуглеродистых футеровок;

изложены зависимости и обоснования влияния конструктивных особенностей стендов, температур подогрева, степени обогащения дутья кислородом и параметров температурного режима на тепловую эффективность стендов высокотемпературного разогрева ковшевых футеровок;

раскрыты причинно-следственные связи влияния емкости и геометрических размеров сталеразливочных ковшей на тепловую эффективность стендов высокотемпературного разогрева;

изучено влияние процессов обезуглероживания на свойства, минералогический, фазовый состав и макроструктуру обезуглероженных слоев алюмопериклазоуглеродистых огнеупоров;

проведена модернизация детерминированной математической модели тепловой работы стендов высокотемпературного разогрева футеровок сталеразливочных ковшей.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены с ожидаемым экономическим эффектом 12 млн рублей в год результаты работы (малообезуглероживающие ресурсосберегающие температурные режимы разогрева алюмопериклазоуглеродистых футеровок 350-т сталеразливочных ковшей), использованные в кислородно-конвертерном цехе № 2 АО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат»; научные результаты диссертационной работы использованы в образовательной сфере при подготовке бакалавров и магистрантов, обучающихся по направлениям 22.03.02, 22.04.02 «Металлургия»,

13.03.01, 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ применяется комплекс стандартных и современных методов исследования, результаты получены на сертифицированном оборудовании и имеют хорошую воспроизводимость;

теория построена на известных тепломассообменных и физико-химических процессах окисления углерода при тепловой обработке углеродсодержащих огнеупоров в окислительной среде и хорошо согласуется с опубликованными экспериментальными данными других исследователей;

идея базируется на использовании физического и математического моделирования процессов обезуглероживания алюмопериклазоуглеродистых огнеупоров и разработке на их основе малообезуглероживающих ресурсосберегающих технологий высокотемпературного разогрева футеровок сталеразливочных ковшей;

использовано сравнение авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике диссертации;

установлена согласованность авторских результатов с основными результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике, в тех случаях, когда такое сравнение является обоснованным;

использованы современные методики измерений, сбора и обработки информации с обоснованием выбора объектов изучения и измерения.

Личный вклад соискателя состоит в постановке задач теоретических и экспериментальных исследований, критическом анализе и систематизации литературных данных, проведении лабораторных экспериментов по исследованию кинетики обезуглероживания огнеупоров, строения и свойств обезуглероженных слоев, разработки алгоритма математической модели, проведении многовариантных расчетов малообезуглероживающих и ресурсосберегающих режимов разогрева, получении нового критерия тепловой эффективности стенов, обработке и анализе результатов экспериментальных исследований, установлении и научном обосновании выявленных зависимостей и закономерностей, формулировании выводов, заключения и положений, выносимых на защиту.

В ходе защиты диссертации были высказаны критические замечания: математическая модель представлена без детальной конкретизации, не достаточно обосновано влияние

обезуглероживания огнеупоров на загрязненность стали неметаллическими включениями футеровочного происхождения.

Соискатель Запольская Е.М. при ответах на задаваемые ей в ходе заседания вопросы показала наличие глубоких инженерных знаний и техническую эрудицию, представила собственную аргументацию и согласилась с некоторыми критическими замечаниями, которые будут учтены в дальнейшей работе.

На заседании 26 ноября 2024 г. диссертационный совет принял решение:

за решение актуальной научной задачи, имеющей важное значение для металлургической промышленности и заключающейся в повышение стойкости алюмопериклазоуглеродистых футеровок сталеразливочных ковшей на основе разработки и применения малообезуглероживающих ресурсосберегающих режимов разогрева присудить Запольской Екатерине Михайловне ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 5 докторов наук по научной специальности 2.6.2. Металлургия черных, цветных и редких металлов, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 17, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель
диссертационного совета,
д.т.н., профессор



Евгений Валентинович Протопопов

Ученый секретарь
диссертационного совета,
д.т.н., доцент

Александр Александрович Уманский

26 ноября 2024 г.