

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 23 мая 2023 года № 180

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 21.03.2023 г. (протокол заседания № 178) 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. с отличием 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 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 учебной работе.

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 – Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»), г. Старый Оскол, в своем положительном заключении, подписанном доктором технических наук, доцентом, заведующим кафедрой металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой Кожуховым Алексеем Александровичем и утвержденном директором СТИ НИТУ «МИСИС», кандидатом педагогических наук Боевой Анной Вячеславовной указала, что диссертация Запольской Е.М. удовлетворяет требованиям пункта 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 (в редакции от 18.03.2023 г.)), предъявляемым к кандидатским диссертациям. Рассматриваемая диссертация является самостоятельной, завершённой 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 выполнения 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) 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) Разработка детерминированной математической модели процессов теплообмена при разогреве футеровок сталеразливочных ковшей / Е.М. Запольская, А.В. Феоктистов, М.В. Темлянцев, В.В. Бухмиров, Е.Н. Бушуев // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2018. – № 1. – С. 25-33; 3) 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) Исследование эффективности использования кислорода при отоплении стенов высокотемпературного разогрева футеровок сталеразливочных ковшей / Е.М. Запольская, М.В. Темлянцев, К.Е. Костюченко, М.В. Матвеев // 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, заместителя директора научного центра качественных сталей ГНЦ ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина»

Козырева Николая Анатольевича; 2) к.т.н., начальника бюро металлургической теплотехники технического отдела службы технического и технологического развития рельсового производства АО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат» Сюсюкина Андрея Юрьевича.

Отзывы с замечаниями: 1) академика РАН, д.т.н., профессора, главного научного сотрудника ФГБУН «Институт металлургии Уральского отделения Российской академии наук» Смирнова Леонида Андреевича (1. Фактическое отсутствие информации о влиянии мероприятий, разработанных автором на металлургическое качество стали, морфологию, размеры, количество, химический и фазовый состав неметаллических включений; 2. Не представлена информация, каким образом автор предлагает повышать ритмичность производства и сокращать время «горячих» простоев ковшей (стр. 16 автореферата)); 2) д.т.н., профессора, главного научного сотрудника, профессора кафедры пирометаллургических и литейных технологий ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» Рощина Василия Ефимовича (1. В главе 2 отмечается, что выполнены исследования «минералогического» (правильнее, минерального) состава обезуглероженных слоев огнеупора, но результаты исследования минерального состава в этих слоях не приведены. В связи с этим, спорное утверждение, содержащееся в главе 3 «2. Шпинелеобразование, сопровождающееся расширением и уплотнением огнеупора», представляется не обоснованным, во-первых, потому, что вызывает сомнение сама возможность образования шпинели в температурном интервале разогрева ковша, а во-вторых, что образование шпинели вызывает расширение огнеупора; 2. В п. 2 подраздела «Теоретическая и практическая значимость работы» отмечается, что «Получены эмпирические зависимости влияния температурно-временного фактора на процессы ....., позволяющие создавать новые и совершенствовать существующие конструкции футеровок .... в целях повышения срока их службы и качества стали по степени загрязнённости экзогенными неметаллическими включениями». Аналогичное утверждение содержится в 8. «Заключения». Однако в автореферате нет данных, подтверждающих это также являющееся спорным утверждение; 3. Заключение по диссертации чрезмерно многословное, содержит ряд очевидных выводов, не

требующих специального обоснования и потому не оправдывающих их присутствия в выводах по диссертации. Например: «...тепловая эффективность и экономичность стенов разогрева зависят прямо пропорционально от ёмкости сталеразливочных ковшей», «...необходимо особое внимание уделять соблюдению ритмичности производства и сокращению времени горячих простоев ковша» и другие. Наличие в заключении таких известных истин лишь маскирует те действительно новые результаты, которые получены диссертантом; 3) д.т.н., профессора, главного научного сотрудника лаборатории стали и ферросплавов ФГБУН «Институт металлургии Уральского отделения Российской академии наук» Жучкова Владимира Ивановича и к.т.н., старшего научного сотрудника этой же лаборатории Кель Ильи Николаевича (1. На рисунке 1 б (страница 8) неверное указаны единицы 5 мин вместо мм; 2. Коэффициент достоверности аппроксимации ( $R^2$ ) уравнения 1 (страница 9) составляет 0,72. Достаточно адекватно это уравнение описывает предложенную зависимость?); 4) д.т.н., профессора, директора Института новых материалов и технологий ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет им. первого президента России Б.Н. Ельцина», Шешукова Олега Юрьевича и к.т.н., доцента, доцента кафедры металлургии железа и сплавов этого же университета Метелкина Анатолия Алексеевича (1. Толщина обезуглероженного слоя определяется в мм и зависит от температуры и времени выдержки огнеупоров. Каким методом проводились измерения обезуглероженного слоя? Возможно, для более точных расчетов целесообразно использовать не визуальный метод измерения, а другие, например, изменения пористости или потери массы образца?; 2. Каким способом наносится защитное покрытие на основе силикатного и жидкого стекла на поверхность огнеупорных изделий?); 5) 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); 6) 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-75У 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); 7) д.т.н., профессора, заведующего кафедрой теплоэнергетики и теплотехники ФГБОУ ВО «Череповецкий государственный университет» Лукина Сергея Владимировича (1. Можно ли полуэмпирическую формулу (1) в автореферате, описывающую толщину обезуглероженного слоя огнеупора в зависимости от температуры и времени и полученную для воздушной атмосферы использовать для расчета при другом составе атмосферы, например, при разогреве футеровки продуктами горения природного газа?; 2. Является ли применение покрытий на основе силикатного и жидкого стекла для защиты алюмопериклазоуглеродистых ковшевых огнеупоров более эффективным мероприятием по снижению обезуглероживания футеровки, чем разработанные малообезуглероживающие ресурсосберегающие температурные режимы разогрева алюмопериклазоуглеродистых ковшевых футеровок?); 8) д.т.н., профессора, профессора кафедры металлургии, машиностроения и технологического оборудования ФГБОУ ВО «Череповецкий государственный университет» Кабакова Зотей Константиновича (1. Математическая модель представлена очень поверхностно, отсутствуют ее математическое описание; 2. Не приведены результаты тестирования и проверки адекватности модели; 3. На стр. 17 описаны применению покрытий, однако в предыдущих главах нет упоминания о каких-либо исследованиях автора в этом направлении); 9) д.т.н., профессора, профессора кафедры теплотехники и гидрогазодинамики ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» Скуратова Александра Петровича (1. При описании

экспериментов не указаны количество независимых опытных исследований, а также методика их планирования и обработки; 2. Не обоснована значимость полученной экспоненциальной зависимости толщины обезуглероженного слоя от температуры и времени (см. рис. 1, уравнение 1); 3. Не представлено описание усовершенствованной детерминированной математической модели тепловой работы газового стенда (см. п. 4 и п. 5 заключения)); 10) д.т.н., профессора, профессора кафедры металлургии железа и сплавов ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет им. первого президента России Б.Н. Ельцина» Загайнова Сергея Александровича (в качестве замечания можно отметить то, что 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, обеспечивающих 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 стенов, разработать малообезуглероживающие ресурсосберегающие режимы разогрева сталеразливочных ковшей, обеспечивающие повышение стойкости алюмопериклазоуглеродистых футеровок;

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

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

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

*проведена* модернизация детерминированной математической модели тепловой работы стенов 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 в кислородно-конвертерном цехе № 2 АО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат» малообезуглероживающие ресурсосберегающие температурные режимы разогрева алюмопериклазоуглеродистых футеровок 350-т сталеразливочных ковшей; научные результаты диссертационной работы использованы в образовательной сфере при подготовке бакалавров и магистров, 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* применен 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.

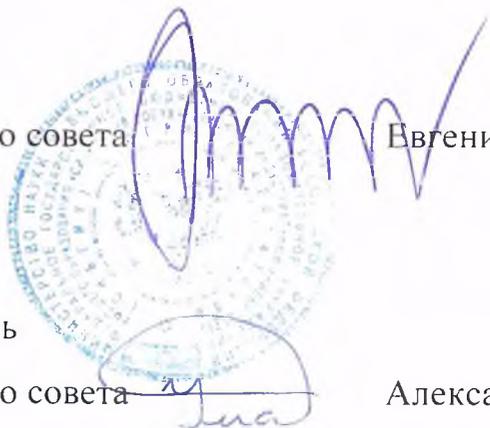
В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: математическая модель представлена без детальной конкретизации.

Соискатель Запольская Е.М. ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы, привела собственную аргументацию и согласилась с критическими замечаниями, которые будут учтены в дальнейшей работе.

На заседании 23 мая 2023 г. диссертационный совет принял решение:  
за решение актуальной научной задачи, имеющей важное значение для металлургической промышленности и заключающейся в повышении 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 6 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



Евгений Валентинович Протопопов

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Александр Александрович Уманский

23 мая 2023 г.