

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 25 июня 2024 года № 185

О присуждении Морозову Ивану Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Развитие технических и технологических основ производства конвертерных сталей для мелющих шаров с повышенными эксплуатационными свойствами» по специальности 2.6.2. Metallургия черных, цветных и редких металлов принята к защите 22.04.2024 г. (протокол заседания № 183) 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 Морозов Иван Сергеевич «19» мая 1994 года рождения в 2018 г. окончил магистратуру ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика Решетнева» по направлению подготовки «Машиностроение», в период с 2022 г. по 2024 г. прикреплен соискателем по кафедре металлургии черных металлов и химической технологии ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет» университета для подготовки диссертации и сдачи кандидатских экзаменов.

Работает инженером-конструктором в ПАО «Полюс».

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, доцент Уманский Александр Александрович, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», директор Института металлургии и материаловедения, профессор кафедры металлургии черных металлов и химической технологии.

Официальные оппоненты:

Шешуков Олег Юрьевич, доктор технических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», директор Института новых материалов и технологий;

Потапова Марина Васильевна, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет имени Г.И. Носова», кафедра металлургии и химических технологий, доцент

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт металлургии Уральского отделения РАН», г. Екатеринбург, в своем положительном заключении, подписанном заведующим лабораторией проблем техногенных образований кандидатом технических наук Егизарьяном Денисом Константиновичем, старшим научным сотрудником лаборатории стали и ферросплавов, кандидатом технических наук Михайловой Людмилой Юрьевной и утвержденном директором Института, академиком РАН, доктором физико-математических наук, профессором Ремпелем Андреем Андреевичем, указала, что диссертация Морозова И.С. удовлетворяет требованиям пункта 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Морозов Иван Сергеевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2. Металлургия черных, цветных и редких металлов.

Соискатель имеет 14 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 10 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 – 4,4 печатных листа. 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) Анализ влияния химического состава и металлургического качества мелющих шаров на их эксплуатационные свойства / А.А. Уманский, И.С. Морозов, Е.В. Протопопов, С.О. Сафонов // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. – 2023. – Т. 79. – № 6. – С. 484-495; 2) Математическая модель режимов взаимодействия кислородных струй с расплавом при верхней продувке конвертерной ванны / Е.В. Протопопов, А.А. Уманский, И.С. Морозов, М.К. Шакиров // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. – 2023. – № 3 (45). – С. 87-93; 3) Анализ природы происхождения характерных дефектов мелющих шаров из отбраковки непрерывнолитых заготовок рельсовой стали / А.А. Уманский, И.С. Морозов, Е.В. Протопопов, А.С. Симачев, Л.В. Думова // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2023. – Т. 66. – №2. – С. 222-228; 4) Совершенствование технологии выплавки и внепечной обработки конвертерных сталей для производства мелющих шаров / И.С. Морозов, А.А. Уманский, Е.В. Протопопов, А.С. Симачев // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. – 2024. – № 1 (47). – С. 127-134.

На диссертацию и автореферат поступило 8 отзывов, все отзывы положительные. Отмечена новизна, научная и практическая значимость работы.

Замечания в отзывах: 1) д.т.н., советника технического директора ОАО «Электростальский завод тяжелого машиностроения» Косырева Константина Львовича: (1. Согласно представленной информации одним из характерных дефектов мелющих шаров производства АО «ЕВРАЗ ЗСМК» являются флокены. Непонятно в чем причина их интенсивного образования именно для данных условий; 2. В автореферате отсутствует информация о химическом составе сталей, совершенствованию технологии производства которых посвящена диссертация –

стали Ш2.1 и Ш2.3; 3. В автореферате не представлена соответствующая информация о рекомендациях по использованию разработанных конструкций дутьевых устройств. Соискатель предлагает использовать такие фурмы при производстве шаровых сталей или речь идёт об использовании таких конструкций фурм для всего текущего сортамента выплавляемых в цехе марок стали?; 2) д.т.н., профессора, и.о. директора научного центра металлургических технологий ГНЦ ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина» Козырева Николай Анатольевича: (1. В работе фактически рассмотрено совершенствование технологии производства только 2-х шаровых марок стали – Ш2.1 и Ш2.3. Непонятно, почему не рассматривались другие марки шаровых сталей; 2. Значительная часть работы посвящена повышению качества макро- и микроструктуры непрерывнолитых заготовок шаровых сталей. При этом такой важный технологический этап производства заготовок, как разливка стали на МНЛЗ, полностью проигнорирован без объяснения причин; 3) д.т.н., профессора, профессора кафедры «Теоретические основы теплотехники» ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Бухмирова Вячеслава Викторовича (1. В математическом описании исследуемых процессов отсутствуют задаваемые автором условия однозначности и принятые допущения при моделировании весьма сложных процессов тепломассообмена. Не указан и метод численного решения, разработанной математической модели конвертера; 2. Уравнение (5) на с.18 автореферата нельзя называть уравнением регрессии, в классическом понимании метода планирования эксперимента. Это уравнение, очевидно, получено обработкой величины брака на основе анализа влияния составляющих O, H и S на качество шаров в конце продувки. Величина химических элементов O, H и S зависит от времени продувки $t_{\text{прод}}$, что недопустимо при планировании эксперимента. Не приведена оценка значимости и точности составляющих уравнения (5) на величину брака; 3. Недостаточно обоснована экономическая целесообразность внедрения нового режима выплавки шаровых сталей в большегрузных конвертерах и их внепечной обработки.); 4) д.т.н., доцента, профессора кафедры «Металлургия железа и сплавов» ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени Первого

Президента России Б.Н. Ельцина» Загайнова Сергея Александровича: (1. К сожалению, из автореферата непонятно в какой степени полученные результаты могут быть распространены на конвертеры другой емкости; 2. Непонятно, что такое металлургическое качество мелющих шаров.); 5) д.т.н., профессора, заведующего кафедрой «Теплофизика и информатика в металлургии» ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени Первого Президента России Б.Н. Ельцина» Спирина Николая Александровича: (1. Каким образом осуществлена параметрическая идентификация математической модели дутьевого и шлакового режимов конвертерной плавки?; 2. Какие методы статистического анализа использовались для оценки влияния технологических параметров выплавки и внепечной обработки шаровых сталей на качество и эксплуатационные характеристики мелющих шаров?; 3. Какие факторы определяют выбор оптимальных конструкций кислородных фурм и как эти конструкции влияют на общий процесс производства?); 6) д.т.н., профессора, главного научного сотрудника лаборатории стали и ферросплавов ФГБУН «ИМЕТ Уро РАН» Жучкова Владимира Ивановича (1. В недостаточной степени обоснована целесообразность последовательной обработки расплава шаровой стали на установке доводки металла, а затем на агрегате «ковш-печь». Эксплуатация дополнительного агрегата неминуемо увеличивает расходы на производство стали, а положительное влияние на показатели и характеристики качества стали представлены не очевидно и не убедительно; 2. В автореферате отсутствуют данные о химическом составе исследованных шаровых сталей, мешающее общему восприятию проделанной работы.); 7) д.т.н., доцента, заведующего кафедрой металлургии и материаловедения имени С.П. Угаровой, заместителя директора по науке и инновациям СТИ НИТУ «МИСиС» Кожухова Алексея Александровича: (1. В автореферате отсутствует информация об оборудовании, использованном для исследований параметров качества стали, непрерывнолитых заготовок и мелющих шаров; 2. Часть информации на рисунках, представленных в автореферате, затруднена к восприятию в связи с недостаточно высоким качеством печати.); 8) к.т.н., доцента, заведующего кафедрой информационной безопасности ФГАОУ ВО «Тюменский

государственный университет» Оленникова Алексея Александровича: (1. Из текста автореферата неясно на основании чего выбраны изотермы на рисунке 2. Что, например, характеризует область перехода от температуры 1000°C к температуре 500°C?; 2. На мой взгляд, в недостаточной степени обоснована целесообразность последовательной обработки расплава шаровой стали на установке доводки металла и, затем, на агрегате «ковш-печь». Эксплуатация дополнительного агрегата неминуемо увеличивает расходы на производство стали, а положительное влияние на показатели и характеристики качества стали представлены недостаточно убедительно.).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью, научной квалификацией, достижениями в области развития теоретических и технологических основ выплавки и ковшевой обработки конвертерных качественных сталей специального назначения.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны теоретические основы совершенствования режимов выплавки и внепечной обработки конвертерных сталей, обеспечивающих повышение качества структуры непрерывнолитых заготовок, металлургического качества и эксплуатационных характеристик производимых мелющих шаров;

предложены новые подходы к использованию результатов исследований, выполненных с применением численного моделирования аэро- и гидродинамических процессов при продувке в большегрузных конвертерах, для оптимизации параметров дутьевого и шлакового режимов плавки;

доказаны и научно обоснованы закономерности влияния конструктивных параметров систем охлаждения кислородных фурм, используемых для продувки в большегрузных конвертерах, на распределение температурных полей в наконечниках фурм.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны особенности гидродинамики газшлакометаллической фазы в объёме рабочего пространства, механизмы накопления отходящих газов в подфурменной

зоне и выходе продуктов реакции на поверхность ванны при кислородной продувке расплава;

применительно к проблематике диссертации результативно (оффициально, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован комплекс методов математического моделирования процессов производства стали, натуральных экспериментов в условиях действующего металлургического производства, статистических методов обработки экспериментальных данных;

изложены новые научные данные о распределении температурных полей в объеме наконечников кислородных фурм различных конструкций для условий продувки конвертерной ванны;

изучено влияние режимов и конкретных технологических параметров производства шаровых сталей на формирование дефектов структуры непрерывнолитых заготовок. Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены в кислородно-конвертерном цехе № 2 АО «ЕВРАЗ ЗСМК» усовершенствованные режимы выплавки и внепечной обработки шаровых сталей, применение которых позволило снизить отбраковку мелющих шаров на 3% за счет повышения их металлургического качества; для условий продувки в 350-т конвертерах разработаны новые конструкции 5-ти и 6-ти сопловых наконечников кислородных фурм с центральным охлаждением, проектно-техническая документация по которым передана для внедрения в сталеплавильное производство АО «ЕВРАЗ ЗСМК»; научные результаты диссертационной работы внедрены в учебный процесс ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет» и используются при подготовке магистров по направлению 22.04.02 «Металлургия»;

определены основные перспективные направления совершенствования технологии производства шаровых конвертерных сталей, обеспечивающие повышение металлургического качества и ударной стойкости мелющих шаров.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ применен комплекс стандартных и современных

методов исследования, результаты получены на сертифицированном оборудовании и имеют высокую воспроизводимость;

теория построена на известных физико-химических и теплообменных закономерностях при выплавке и ковшевой обработке стали и хорошо согласуется с опубликованными экспериментальными данными других исследователей;

идея базируется на совместном использовании результатов численного моделирования процессов выплавки стали в большегрузных кислородных конвертерах, натурных экспериментов в условиях действующего производства для обоснования эффективных режимов производства шаровых сталей повышенного качества;

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

установлено качественное совпадение авторских результатов с основными положениями, 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 заключается в разработке плана и личном участии в проведении теоретических и экспериментальных исследований процессов формирования качества стали для производства мелющих шаров; разработке и участии в опытно-промышленных исследованиях новых дутьевых и шлаковых режимов конвертерной плавки, режимов раскисления и внепечной обработки шаровой стали; проектировании новых конструкций кислородных фурм; обобщении результатов комплексных исследований, формулировании основных выводов по работе.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: математические модели, использованные для обоснования направлений совершенствования технологических режимов производства шаровых сталей, представлены без детальной конкретизации; формат представления экспериментальных данных по влиянию режимов производства шаровых сталей на интенсивность процессов дефосфорации и десульфурации расплава не позволяет сделать вывод об адекватности предложенного характера графических зависимостей.

