



УТВЕРЖДАЮ
Ректор ФГБОУ ВО
«МГТУ им. Г.И. Носова»
Д.В. Терентьев

«25» июня 2026 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации

на диссертационную работу Погорелова Ивана Сергеевича «Повышение эффективности процесса непрерывной разливки стали за счет механизации обслуживания выпускного канала сталеразливочных ковшей», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2. «Металлургия черных, цветных и редких металлов»

Актуальность темы диссертации

Одной из важнейших задач в современной металлургии является обеспечение высокого качества непрерывнолитой заготовки, что неразрывно связано с эффективностью процессов внепечной обработки и непрерывной разливки стали. Ключевым технологическим узлом, определяющим стабильность перелива расплава из сталеразливочного ковша в промежуточный ковш МНЛЗ, выступает шиберных затвор каскадного типа. От оперативности и качества обслуживания данного узла напрямую зависят теплофизические параметры плавки и чистота металла. Традиционное извлечение и замена изношенных огнеупорных стаканов ручным способом занимает значительное время, что неизбежно приводит к остыванию футеровки ковша, нарушению его теплового баланса и необходимости нежелательного перегрева металла в плавильном агрегате. Кроме того, серьезной технологической проблемой остается процесс засыпки стартовой смеси в канал стакана: из-за восходящих конвективных потоков горячего воздуха значительная часть смеси рассеивается, что провоцирует несанкционированное спекание канала, вызывает потребность в кислородном прожигании и, как следствие, ведет к загрязнению первых порций стали неметаллическими включениями. Создание и внедрение специального оборудования для механизации данных операций с целью исключения указанных негативных факторов требует глубокого изучения и обоснования. Вторым важным моментом, рассмотренным в диссертации, является защита струи металла от вторичного окисления при использовании защитной огнеупорной трубы. В процессе разливки на ее внутренней поверхности происходит интенсивная кристаллизация и отложение оксидов алюминия, что нарушает гидродинамику потока, снижает стойкость и ухудшает качество марочных сталей. Разработка методов и специализированных манипуляторов, препятствующих такому зарастанию канала, имеет высокое научно-практическое значение, в том числе в рамках задач импортозамещения.

Работа представляет интерес и является актуальной.

Научная новизна исследований, полученных результатов и выводов

1. Установлены закономерности влияния механизированного обслуживания шиберных затворов на теплофизические параметры и эксплуатационную надежность сталеразливочного ковша. Доказано, что замена пневматического инструмента на целенаправленное вытягивающее усилие разработанного манипулятора исключает

повреждение стационарного огнеупорного гнездового блока. Одновременно с этим технологический цикл извлечения разливочного стакана сокращается, что уплотняет график оборота ковша и минимизирует потерю тепловой энергии его футеровкой в период ремонта. Применение разработанной манипуляционной системы позволяет исключить разрушение 10% огнеупорных гнездовых блоков, которое ранее неизбежно происходило при использовании ручного ударного инструмента.

2. Установлены технологические закономерности влияния параметров механизированной подачи стартовой смеси в выпускной канал сталеразливочного ковша на точность ее позиционирования. Это позволило разработать новый способ заполнения канала, который устраняет потери смеси и обеспечивает высокую надежность открытия шиберного затвора, что минимизирует риск загрязнения первых порций стали 4 неметаллическими включениями. Внедрение данной технологии обеспечивает сокращение времени работы цехового кранового оборудования на 10-12 минут на каждый цикл подготовки ковша и снижает удельный расход дорогостоящей стартовой смеси на 1,1-1,4 кг на одну разливку.

3. Экспериментально доказана эффективность наложения внешнего вибрационного воздействия на защитную огнеупорную трубу. Установлено, что контролируемая вибрация модернизированного манипулятора существенно снижает интенсивность процесса зарастания внутреннего канала трубы, что увеличивает время ее эксплуатации, стабилизирует струю и надежно защищает сталь от вторичного окисления при подаче в промежуточный ковш МНЛЗ. Использование созданного вибрационного манипулятора позволяет увеличить эксплуатационный ресурс защитной огнеупорной трубы до замены в среднем с 1,5 до 2 разливок.

Практическая значимость полученных результатов

Основные результаты диссертационной работы в виде методик расчета параметров и технических проектов манипуляторов переданы для практического применения в Инженерно-технический центр ВМЗ, ООО «ХУСМАНН РУС», НП «Металлургмаш» и НП «ЦИГТ». В качестве практических выводов показана необходимость механизировать извлечение отработанных огнеупорных стаканов; применить специализированную подачу стартовой смеси в канал шиберного затвора; использовать непрерывное вибрационное воздействие на защитную огнеупорную трубу при переливе стали в промежуточный ковш МНЛЗ. Внедрение разработанных конструкций манипуляторов позволило повысить оборачиваемость ковшей и стабилизировать серийную разливку металла.

Отличительной чертой работы является разработка трех действующих лабораторных прототипов, что позволило провести натурные физические испытания и подтвердило высокую работоспособность и целесообразность предложенных конструктивных решений.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Полученные в работе научные и практические результаты следует рекомендовать к использованию на предприятиях, проектирующих и эксплуатирующих оборудование для непрерывной разливки стали. К таким предприятиям относятся металлургические, литейные и машиностроительные заводы, а также профильные инжиниринговые центры. Практические разработки и методики, предложенные в диссертационном исследовании, будут способствовать повышению производительности и технико-экономических показателей работы таких предприятий.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и заключений

Научные положения и выводы, сформулированные в диссертации, построены на фундаментальных принципах механики и базовых методах физического моделирования. Достоверность и обоснованность результатов диссертационной работы подтверждается корректно проведенными экспериментальными исследованиями на физических моделях, их грамотной статистической обработкой с применением лицензионного программного обеспечения; использованием комплекса современной контрольно-измерительной аппаратуры.

Оценка структуры и содержания диссертации

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка и приложений. Диссертация изложена на 169 страницах машинописного текста, содержит 76 рисунков, 7 таблиц и 5 приложений. Библиографический список включает 108 наименований публикаций отечественных и зарубежных авторов.

Во введении приводится обоснование актуальности работы, формулируется цель, задачи, объект и предмет, научная новизна и практическая значимость исследования. Приведены основные положения выносимые на защиту, а также сведения об апробации работы и публикациях автора.

В первой главе представлен подробный аналитический обзор состояния проблемы обслуживания шибберных затворов сталевыпускных систем разливочных ковшей. Выполнен анализ влияния продолжительности ремонта огнеупоров на теплофизические параметры ковша, а также рассмотрены применяемые способы подачи стартовых смесей и защиты струи металла. Сформулированы перспективы развития манипуляционных систем и поставлены задачи исследования.

Во второй главе разработана усовершенствованная конструкция манипулятора, предназначенного для механизации процесса замены отработанного разливочного стакана. Представлены детальные методики расчета энергосиловых параметров основных механизмов устройства. Проведена экспериментальная проверка расчетных данных, подтвердившая их достоверность, и регламентирован порядок промышленного применения разработанного манипулятора.

В третьей главе предложена модернизированная конструкция манипулятора для высокоточной подачи стартовой смеси в выпускной канал ковша. Проведены комплексные модельные исследования функционирования установки с разработкой специальной контрольно-измерительной аппаратуры. Представлены методики расчета кинематики и динамики, а также обоснованы решения по повышению точности позиционирования оборудования.

В четвертой главе выполнено исследование процесса вторичного окисления стали и обосновано применение внешнего вибрационного воздействия для снижения интенсивности зарастания канала защитной огнеупорной трубы. На основе физического моделирования разработана конструкция специализированного вибрационного манипулятора, обеспечивающего стабильность потока расплава в процессе непрерывной разливки.

В заключении представлены основные выводы и результаты работы.

Объем и содержание диссертационной работы по степени научной новизны и практической значимости удовлетворяют требованиям ВАК Российской Федерации, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Анализ содержания диссертационной работы убеждает в ее завершенности. Содержание диссертации изложено грамотно, в логической последовательности, а стиль изложения соответствует общепринятым нормам.

Анализ содержания диссертации и опубликованных работ, в том числе работ, опубликованных в соавторстве, показал, что все научные результаты, выносимые на защиту, выводы и рекомендации принадлежат соискателю.

Соответствие автореферата основным положениям диссертации

Автореферат отражает содержание диссертации, результаты которой достаточно полно освещены в научно-технических изданиях.

Подтверждение основных результатов диссертации в научной печати

Основные положения диссертации опубликованы в 13 научных работах. Из них 5 статей изданы в рецензируемых научных журналах и изданиях, входящих в перечень ВАК РФ, 1 статья в рецензируемом отраслевом издании, а также 6 работ в сборниках трудов Международных научно-технических конференций. Новизна и оригинальность технических решений автора подтверждена 1 патентом РФ на изобретение. Диссертационная работа имеет согласованность результатов работы с экспериментальными данными, опубликованными в научной литературе, отсутствует заимствование материала без библиографической ссылки.

Замечания

По диссертационной работе Погорелова Ивана Сергеевича, выполненной на достаточно высоком уровне, имеются следующие замечания:

1. Не понятно, какие параметры, характеризующие эффективность непрерывной разливки стали автор рассмотрел в работе.
2. В заключении и выводах по работе отсутствуют сведения об изменении параметров эффективности как непрерывной разливки стали, так и оборачиваемости сталеразливочных ковшей.
3. Трудно согласиться с позициями научной новизны, эта часть работы выглядела бы убедительнее, если были бы приведены, например, конкретные теплофизические параметры
4. Непонятно, что понимается в 4 выводе по работе под «подачей воздуха в МНЛЗ».
5. Под технологическим режимом в работе понимается не разливка стали на МНЛЗ, а технология замены некоторых узлов этого агрегата.
6. В главе 4 с помощью расплава соли – тиосульфата натрия сделана попытка моделирования выделения НВ при прохождении через разливочный стакан. На самом деле в этом случае происходит моделирование настylieобразования металла («закозление»). Для моделирования НВ можно было ввести инородные включения.
7. Предложенный в главе 4 метод наложения внешнего вибрационного воздействия на защитную огнеупорную трубу призван снизить интенсивность зарастания канала. При этом не ясно, будут ли усвоены частицы настylie шлаком или попадут в металл в виде экзогенных неметаллических включений.
8. Вопрос масштабирования результатов моделирования. В главе 3 (п. 3.5) и главе 4 (п. 4.2) автор опирается на результаты, полученные в ходе физического моделирования манипуляторов для подачи стартовой смеси и вибрационного воздействия на защитную трубу. Однако в тексте недостаточно подробно освещен вопрос переноса (масштабирования) полученных экспериментальных данных с лабораторной физической модели на реальные промышленные сталеразливочные ковши большой вместимости. По этому, желательно было бы провести промышленные эксперименты.

Указанные замечания носят дискуссионный и рекомендательный характер, не снижают общей высокой оценки диссертации и не ставят под сомнение достоверность и обоснованность полученных научных результатов.

Заключение

Диссертационная работа Погорелова Ивана Сергеевича на тему «Повышение эффективности процесса непрерывной разливки стали за счет механизации обслуживания выпускного канала сталеразливочных ковшей» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований предложены новые технологические и конструктивные решения, имеющие существенное значение для развития металлургии черных металлов.

Разработанные методики и модернизированное оборудование решают важную прикладную задачу – повышение стабильности процесса непрерывной разливки стали, снижение теплотерь ковши и улучшение разливаемого металла за счет минимизации его вторичного окисления.

По своей актуальности, объему проведенных исследований, научной новизне и практической значимости диссертация полностью отвечает критериям, установленным п.2 «Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС» П710.05-24 от 18 апреля 2024 г., предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Погорелов Иван Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2 «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры металлургии и химических технологий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова». Присутствовало на заседании 14 чел., результаты голосования: «за» – 13, «против» – 1, «воздержались» – 0, протокол заседания № 7 от «10» июня 2026 г.

Отзыв подготовлен профессором кафедры металлургии и химических технологий, доктором технических наук, профессором Бигеевым В.А.

Профессор кафедры металлургии
и химических технологий,

доктор технических наук, профессор В.А. Бигеев Бигеев В.А.

10.06.2026

Сведения о ведущей организации:

Учредитель: Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Организация: ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова».

Адрес: 455000, Россия, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина 38.

Ректор: Терентьев Дмитрий Вячеславович.

Телефон: +7 (3519) 29-84-02.

Факс: +7 (3519) 23-92-35.

e-mail: mgtu@mgtu.ru

