

ЗАКЛЮЧЕНИЕ диссертационного совета Д 002.060.03
на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова
Российской академии наук (ИМЕТ РАН)
по диссертации Житенева Андрея Игоревича
на соискание ученой степени кандидата технических наук

О присуждении Житеневу Андрею Игоревичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация Житенева А.И. на тему «Разработка методов оценки неметаллических включений в стали транспортного назначения для совершенствования технологии ее производства» в виде рукописи по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов» принята к защите 5 декабря 2019 года, протокол № 4-19, диссертационным советом Д 002.060.03 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук по адресу: 119334, г. Москва, Ленинский проспект, д.49.

Соискатель Житенев Андрей Игоревич родился 17 апреля 1991 г. в г. Ленинграде. Высшее образование получил в Санкт-Петербургском политехническом университете, который закончил с отличием в июле 2014 г. В настоящее время является инженером научно-исследовательской лаборатории Металлургической экспертизы Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет» (ФГАОУ ВО СПбПУ).

В 2014г. поступил в очную аспирантуру, которую закончил в 2018 г., по специальности 05.16.02 – Металлургия черных, цветных и редких металлов.

Диссертация выполнена на кафедре Металлургических и Литейных технологий и в лаборатории Металлургической экспертизы Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет».

Научный руководитель: д.т.н., проф. Казаков Александр Анатольевич.

Официальные оппоненты:

Михайлов Геннадий Георгиевич, гражданство РФ, доктор технических наук, заведующий кафедрой материаловедения и физико-химии материалов, Федеральное государственное

автономное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский институт)», 454080, Челябинск, проспект Ленина, 76, e-mail:mihailovgg@susu.ru,

Ботников Сергей Анатольевич, гражданство РФ, кандидат технических наук, главный технолог, Дирекция по реализации проектов, Проект Электротехнологический комплекс, акционерное общество «Выксунский металлургический завод», 607060, Россия, Нижегородская обл., г. Выкса, ул. Братьев Баташевых, д. 45, e-mail: botnikov_sa@vsw.ru.

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный технический университет «(ФГБОУ ВО «ВолГТУ)», адрес 400005, г. Волгоград, проспект им. В.И.Ленина, д. 28, в своем положительном заключении о диссертации, подписанном заведующим кафедрой «Технология материалов», доктором технических наук, профессором **Зюбаном Николаем Александровичем**, доцентом кафедры «Технология материалов», кандидатом технических наук **Руцким Дмитрием Владимировичем**, утвержденном первым проректором ФГБОУ ВО «ВолГТУ», профессором, доктором технических наук **Кузьминым Сергеем Викторовичем** указала, что диссертационная работа по актуальности темы, научной новизне, практической значимости, содержанию и объему проведенных исследований **отвечает требованиям** «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Ведущая организация делает соискателю следующие замечания:

1. С.55. На основе анализа результатов приёмосдаточных испытаний колёс указывается, что средняя объемная доля оксидов и сульфидов не превышает 0,005 об.% со ссылкой на рис. 3.1 а, в. Однако из представленного рисунка видно, что это утверждение справедливо только для оксидов, рис. 3.1, а.

2. Название рис. 3.6 (с.61) не соответствует представленным графикам – на рис. «а» показано влияние $[Ca]/[Al]$ на максимальную объемную долю оксидов (а не среднюю, как следует из названия), на рис. «б» - влияние серы (а не $[Ca]/[Al]$) на максимальную объемную долю.

3. На с. 140 говорится, что в Приложении Г приведены рассчитанные для рассмотренных плавок расходы СК30, а также значения параметра К, определяющего оптимальный расход силикокальция. На самом деле эти данные представлены в Приложении Д.

4. На рис. 6.5, с.144 приведены прогностические номограммы оценки возможности появления крупных оксидов и сульфидов в заготовке, которые играют важную роль в

проектировании технологии выплавки и внепечной обработки стали. Однако в диссертации мало говорится о степени достоверности такого прогноза.

5. По тексту диссертации в единичных случаях встречаются грамматические ошибки и неточности.

Официальными оппонентами были сделаны следующие замечания:

Д.т.н., проф. **Михайлов Геннадий Георгиевич.**

1. На рис. 4.7, 4.8, 4.6 неметаллические включения в пробах из промежуточного ковша и в пробах после вакуумирования сталей. Интересные результаты. Но о чем говорят надписи на верхнем и нижнем абрисе этих рисунков. Их невозможно увидеть.

2. На стр. 65 приведена таблица

Плавка	Элемент, % масс.									
	C	Mn	Si	P	S	Ti	Al	Ca	O	N
1	0,68	0,9	0,4	0,015	0,019	0,003	0,004	0,0005	35	40
2	0,75	1,0	0,4	0,015	0,009	0,006	0,025	0,0014	25	35

Если элементы, их концентрация – в %, то в каких единицах заданы концентрации кислорода и азота.

3. Неудачное выражение «Управление характером НВ» при прочих равных условиях возможно.

4. Стр. 95. Состав неметаллических включений меняется от $\text{CaS-MnS+Al}_2\text{O}_3\text{-MgO-SiO}_2$ (1) до $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-CaO-MgO+CaS}$. (2) При таких составах MnS должен остаться в системе (2).

5. Табл. 13. Из многочисленных результатов исследования стали комплексом Si, Mn, Al следует, что даже при незначительных концентрациях Al этот процесс будет процессом раскисления алюминием и такой же будет природа неметаллических включений.

6. Стр. 69. Модифицирование кальцием перед вакуумированием и перед разливкой. Диаграммы недостаточно описаны. Что означают линии, поля? Очень неясно. Видимо надо расширить текст, поясняющий диаграммы.

К.т.н. **Ботников Сергей Анатольевич:**

1. Исследование проводили в плавках с общим содержанием кислорода 25-35 ppm (таблица 7, страница 65), что считается не чистой сталью по оксидам.

2. В таблице 2 на странице 43 показано, что не для всех изученных марок было проведено полномасштабное исследование образцов по ходу передела от выпуска из конвертера до готового изделия, включая образцы по ходу внепечной обработки. Такое исследование, по сути, было проведено только для железнодорожных колес из стали марки С. Для остальных сталей

исследованы только образцы от непрерывнолитых заготовок. Поэтому рекомендуется работу продолжить для получения исчерпывающей информации по всему названному сортаменту.

3. На рисунках 3.8 (а) и 3.8 (б) на странице 66 не понятна последовательность ввода материалов в ковш. Тут же на рисунке 3.8 (б) обозначен расход флюорита в количестве 702 кг, который считается излишним и нецелесообразным для 160 тонной плавки, так как негативно влияет на загрязнения стали экзогенными включениями, попадающими в расплав из футеровки ковша.

4. В процессе исследования проб по ходу сталеплавильного производства не учтен или не описан в диссертации важный технологический параметр – интенсивность продувки расплава инертным газом.

5. На рисунке 4.19 во всех плавках после вакуумирования отмечается увеличение объёмной доли НВ. Этот результат связан с некорректным отбором пробы металла сразу после ввода порошковой проволоки СК30. Для проверки чистоты стали по НВ необходимо было отбирать пробу после очистительной продувки как минимум через 8 и более минут, а не через 3-5 минут или сразу после ввода кальция в металл.

6. В диссертационном исследовании были упущены процессы вторичного окисления металла и взаимодействия металла с огнеупорами и шлаком промежуточного ковша МНЛЗ при разливке, которые также ухудшают качество стали по НВ. Основной упор в работе был сделан на процессы раскисления и модифицирования стали в сталеразливочном ковше.

7. Считается, что схема отдачи сильного раскислителя (Al) после кремния и марганца на выпуске из сталеплавильного агрегата не совсем оптимальная для получения в готовых изделиях минимального содержания оксидов (см. таблицу 13 на 139 стр. – выпуск из КК). Твёрдые включения глинозема или включения, богатые глиноземом, удаляются быстрее, чем жидкие силикаты марганца (см. литературный источник 61: Кньюпель Г. Раскисление и вакуумная обработка стали. Пер. с нем. М.: Металлургия, 1984. 414 с. с ил.).

Официальные оппоненты отмечают, что приведенные замечания являются дискуссионными и не снижают **положительную оценку и высокую значимость** выполненных исследований.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью, наличием публикаций и достижений в области металлургии черных, цветных и редких металлов и способностью определить научную и практическую значимость представленной диссертационной работы.

На автореферат поступило 11 отзывов. Все отзывы положительные, в них имеются замечания и рекомендации.

Отзыв №1. Составил д.т.н. Карасев Андрей Владимирович, доцент кафедры металлургических процессов, факультет «Материаловедение и инженерия», Королевский Институт Технологий, г. Стокгольм, Швеция.

1. Недостаточная информативность автореферата: не отражено, какие НВ (по составу, размеру, морфологии или расположению) в этих сталях наиболее вредны для готовой продукции; не приведен реальный состав НВ.

2. В автореферате количественно не отражено изменение характеристик и уровня неметаллических включений в стали после оптимизации расхода порошковой проволоки SiCa на предприятии.

Отзыв № 2. Составил к.т.н. Котельников Георгий Иванович, доцент кафедры «Металлургии стали, новых производственных технологий и защиты металлов», Национальный исследовательский Технологический университет «МИСиС», г. Москва.

1. Образование крупных неметаллических включений получило в работе освещение в основном с позиции статистики, физико-химия этого важного процесса освещена недостаточно полно.

Отзыв №3. Составил к.т.н. Кейс Александр Николаевич, заместитель директора по науке, Общество с ограниченной ответственностью «Лаборатория специальной металлургии» (ООО «Ласмет»), г. Челябинск.

1. Не приведено время контроля по новым методикам в сравнении с существующими.

2. Нет сведений о том, насколько воспроизводятся результаты кластеризации баз данных составов НВ от плавки к плавке.

Отзыв №4: Составили д.т.н. Левков Леонид Яковлевич, заведующий лабораторией спецэлектрометаллургии, и к.т.н. Новиков Владимир Алексеевич, ведущий научный сотрудник лаборатории электроплавки, Институт Металлургии и Машиностроения, Акционерное Общество «НПО «ЦНИИТМАШ», г. Москва.

1. В автореферате явно не достаточно представлены данные о фактическом составе выделенных кластеров НВ, их размерах и расположении, не приведены фотографии.

2. В технологической части работы не раскрыты особенности процессов раскисления и модифицирования: не показано изменение содержания в металле алюминия и кальция, не указаны методики определения их сверхнизких концентраций.

3. Не явно показаны преимущества кластерного подхода при выявленном влиянии НВ на технологические параметры.

Отзыв №5. Составил д.т.н. Кожухов Алексей Александрович, доцент, заведующий кафедрой металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой Старооскольского технологического

института им. А.А. Угарова, филиала Федерального государственного учреждения высшего образования «Национальный технологический университет «МИСиС», г. Старый Оскол.

1. В ходе выполнения работы автор исследовал образцы стали отобранные из ковша по ходу выпечной обработки и разливки, однако автор ничего не говорит о месте отбора проб металла. Кроме того, насколько отобранные образцы были информативны о наличии в стали неметаллических включений, ведь если бы отбор проб осуществлялся в другом месте количество неметаллических включений могло быть больше или меньше.

2. Анализируя рисунок 5 автор говорит о том, что плавки А6 и А7 одинаково глубоко раскислены на выпуске из кислородного конвертера, но их загрязненность на этапе «ковш» разная, объясняя данный факт разной начальной окисленностью стального расплава и нестационарными процессами вымешивания НВ при выпуске стали из конвертера в ковш. В данном случае автор также не приводит данные о месте отбора проб. Анализируя рисунок 5, можно сказать, что на этапе «ковш», «АКОС», «РН» достаточно большой разброс значения загрязнения металла, с чем это связано автор не приводит.

Отзыв № 6. Составил д.т.н. Шацов Александр Аронович, профессор кафедры «Металловедение, термическая и лазерная обработка металлов», Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное Учреждение Высшего Образования «Пермский Национальный Исследовательский Политехнический Университет», г. Пермь.

1. Каким образом выбирали кластер и как добивались сходимости.
2. Какая была точность эксперимента.
3. Результаты не были сопоставлены с мировыми аналогами.
4. Нет сопоставлений с альтернативными методами описания структуры.
5. Не ясно, о каких марках стали идет речь.

Отзыв № 7: Составил д.т.н. Рябчиков Иван Васильевич, научный консультант, общество с ограниченной ответственностью НПП Технология, г. Челябинск.

1. Автор не исследовал влияние типа кальций-содержащего материала на процесс модифицирования неметаллических включений. Рассмотрено только модифицирование силикокальциевой проволокой, хотя в настоящее время на большинстве предприятий приходят к использованию проволоки с чистым кальцием, а также к использованию комплексных модификаторов, содержащих разные щелочно-земельные материалы.

2. Автор не исследовал влияние времени и интенсивности продувки аргоном на загрязненность НВ.

3. Автор показал результаты измерений дендритных параметров в заготовках, разлитых по одинаковым режимам. Было бы полезно в дальнейшем оценить влияние

температуры и скорости разливки на характер распределения межосных промежутков и на размеры НВ.

Отзыв № 8. Составил к.х.н. Петров Сергей Николаевич, начальник лаборатории «Исследование структуры и свойств материалов», Научно-исследовательский центр «Курчатовский институт», Центральный Научно-исследовательский институт конструкционных материалов «Прометей», г. Санкт-Петербург.

1. При всей очевидной необходимости использования формализованных процедур для обработки больших массивов информации о составе НВ, рассматривающих НВ в качестве однофазного объекта, представляется целесообразным дополнить результаты кластерного анализа НВ и термодинамического моделирования исследованиями морфологии наиболее крупных представителей выявленных кластеров, поскольку в их состав входят соединения различной природы, формирующиеся на различных стадиях металлургического процесса, что абсолютно правильно отмечено автором.

2. Автором на стр. 19 со ссылкой на рис. 9 в, г, отмечено, что «максимум загрязненности НВ обнаружен на расстоянии 10-25 мм от поверхности НЛЗ», но из представленного рисунка этого не следует. В то же время, далее в последней фразе на стр. 20 справедливо отмечено, что «в центре НЛЗ, где собираются все ликваты... содержание оксидных и сульфидных НВ закономерно повышено». Эти тезисы противоречат друг другу, причем экспериментального подтверждения первого на представленном рисунке не наблюдается.

Отзыв №9. Составил к.т.н. Казаков Александр Сергеевич, ведущий специалист научно-технического центра, ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат», г.Магнитогорск.

1. Не описано влияние технологических параметров МНЛЗ на качество структуры заготовок;

2. Не приведены рекомендации по оптимальным режимам разливки.

Отзыв 10.: Составил д.т.н. Иванов Эдуард Анатольевич, профессор, ведущий материаловед по направлению «А», Лаборатории металлургии и материаловедения по направлению «А», АО «ЦНИИМ», г. Санкт-Петербург.

1. В автореферате не указана методика отбора проб металла для контроля неметаллических включений по ходу внепечной обработки.

2. При проведении анализа процессов раскисления и модифицирования стали в подразделе 4 раздела «Основное содержание работы» довольно мало внимания уделяется анализу схем предварительного раскисления стали на выпуске из кислородного конвертера и их влиянию на формирование неметаллических включений в готовой стали;

3. В подразделе 4 раздела «Основное содержание работы» не приводится информация о шлаковом режиме плавки (внепечной обработки) стали и его влиянии на формирование неметаллических включений в готовой стали;

4. В автореферате диссертации не приводится информация о влиянии пластической обработки на формирование неметаллических включений в готовой стали и не рассматриваются варианты изменения схем деформации металла при производстве железнодорожных колёс и рельсов (и не указывается невозможность такого изменения).

Отзыв №11. Составили д.т.н. Рощин Василий Ефимович, профессор кафедры пиromеталлургических процессов; и к.т.н. Салихов Семен Павлович, доцент кафедры пиromеталлургических процессов, Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет), г. Челябинск.

1. В качестве замечаний по автореферату следует отметить его большой объем, наличие ошибок и опечаток в тексте и в списке опубликованных работ, неточностей, усложняющих анализ приведенных на рисунках данных. Так, на рис. 5 автореферата представлен график изменения объемной доли НВ в максимально загрязненном поле в металле опытных плавок по ходу внепечной обработки и разливки, однако в тексте описаны характеристики лишь двух плавок из семи. В тексте используется понятие «рециркуляционный вакууматор», однако общепринято называть его просто циркуляционным вакууматором.

На все критические замечания даны исчерпывающие и подробные ответы (см. стенограмму).

Соискатель имеет 14 печатных работ по теме диссертационной работы, в том числе 5 статей, опубликованных в журналах и изданиях из перечня ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных ВАК РФ, а также 4 входят в международную базу данных научных журналов Scopus. Всего публикаций, отвечающих требованиям ВАК 7. Опубликованные работы в достаточной степени отражают содержание диссертации.

Наиболее значимые публикации по теме диссертационной работы:

1) Характер распределения неметаллических включений в непрерывнолитых сортовых заготовках для рельсов и колес. А.А. Казаков, А.И. Житенев, А.В. Кушнарев, Ю.П. Петренко, Е.А. Лаврова // Черные металлы 2014 №4. С.79-84

2) Interpretation and Classification of Non-Metallic Inclusions, Kazakov, A., Zhitenev, A., and Ryaboshuk, S., Materials Performance and Characterization, Vol. 5, No. 5, 2016, pp. 535-543, <https://doi.org/10.1520/MPC20160040>. ISSN 2165-3992.

3) Неметаллические включения в непрерывнолитой сортовой заготовке для рельсов и колес, Житенев А.И., Казаков А.А. //Вектор науки Тольяттинского государственного университета, №3 (25), 2013. С.174-177.

4) Distribution Pattern of Nonmetallic Inclusions on a Cross Section of Continuous Cast Steel Billets For Rails// Microscopy and Microanalysis, Volume 21, Supplement S3, Август 2015, pp. 1751-1752.

5) Оценка крупных одиночных неметаллических включений в стали с помощью статистики экстремальных значений. Казаков А.А., Житенев А.И., Салынова М.А. //Черные металлы. №11 (1043), 2018.

6) Расширение возможностей статистики экстремальных значений для оценки природы крупных неметаллических включений в сталях ответственного назначения. Казаков А. А., Житенев А. И., Салынова М. А. // Черные металлы. № 8, 2019. С.5.

7) Assessment and interpretation of nonmetallic inclusions in steel. Kazakov A. A., Zhitenev A. I. // CIS Iron and steel review. Vol. 16, 2018.

8) Разработка методики исследования неметаллических включений в стали на основе автоматического РСМА. Житенев А.И., Казаков А.А., Рябошук С.В.//Материалы XVII Международной конференции «Современные проблемы электрометаллургии стали, Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017. Ч.2. 223с.

9) Разработка методик оценки неметаллических включений в стали транспортного назначения для совершенствования технологии ее производства, Житенев А.И., Казаков А.А.//Сб. материалов международной научной конференции «Физико-химические основы металлургических процессов». М.:ИМЕТ РАН, 2017. С.49.

10) Разработка методики оценки неметаллических включений в непрерывнолитой сортовой заготовке для рельсов и колес, Житенев А.И., Стоцкая Л.Ю., Казаков А.А., Кушнарев А.В., Петренко Ю.П. Современные металлические материалы и технологии (СММТ'2013): труды международной научно-технической конференции. – СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та. 2013. 774с.

11) Исследование и интерпретация природы неметаллических включений в рельсовой стали методами термодинамического моделирования, А.И. Житенев, А.А. Казаков // Термодинамика и материаловедение: тезисы докладов 10-го Всероссийского семинара с международным участием. 7–11 сентября 2015 года. – СПб.: Издательство «ЛЕМА», 2015. 218с.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

1. С использованием современных экспериментальных методов разработаны методики статистически достоверной оценки количества и состава неметаллических включений в сталях транспортного назначения, включая прогнозирование эндогенных НВ максимального размера или выявление крупных экзогенных НВ. С использованием этих методов изучены особенности образования НВ в этих сталях, включая влияние технологии раскисления и

модифицирования на эволюцию НВ по ходу внепечной обработки, их распределение по сечению НЛЗ с учетом условий затвердевания, а также загрязненность готовых изделий неметаллическими включениями.

2. Для получения статистически значимой оценки объемного содержания, размера и состава НВ разработана методика классификации и интерпретации НВ, основанная на кластерном анализе баз данных составов, полученных автоматическим РСМА представительного количества НВ. Последующее термодинамическое моделирование позволяет раскрыть металлургическую природу всех обнаруженных в стали кластеров НВ и привести их состав в соответствие с конкретными стадиями сталеплавильного передела для целенаправленного поиска путей снижения загрязненности стали. Дальнейшее накопление и обобщение данных по кластерному анализу баз данных составов НВ после автоматического РСМА в различных сталях при различных схемах ее раскисления может служить основой для разработки современной классификации НВ в этих сталях.

3. Для оценки крупных включений, неравномерно распределенных в объеме готовых изделий и не поддающихся оценке применяемыми сегодня в промышленности методами, использована методика оценки, основанная на статистике экстремальных значений. Объективность оценки по этой методике подтверждена результатами приемо-сдаточных испытаний, проведенных в заводских условиях.

4. С помощью усовершенствованной методики выявления дендритной структуры изучены локальные условия затвердевания непрерывнолитых заготовок для рельсов и колес, включая характер взаимного расположения структурных зон и особенности изменения расстояния между дендритными ветвями второго порядка.

5. Установлены особенности распределения оксидных и сульфидных НВ по сечению НЛЗ в зависимости от технологии раскисления и модифицирования стали. Показано, что области НЛЗ сталей транспортного назначения, наиболее загрязненные неметаллическими включениями, находятся в окрестностях стыков структурных зон НЛЗ и хорошо согласуются с местами пробоотбора для оценки НВ в готовых рельсах и колесах из этих сталей. С учетом этих закономерностей разработана методика пробоотбора для входного контроля НЛЗ перед изготовлением из нее рельсов и колес.

6. Установлено, что момент ввода и количество введенного алюминия в изученных пределах не оказывает заметного влияния на загрязненность готовых изделий крупными неметаллическими включениями. Такие НВ образуются во время модифицирования стали порошковой проволокой силикокальция, поэтому для оптимизации модифицирования разработан технологический критерий, учитывающий реальные концентрации алюминия и серы в расплаве непосредственно перед модифицированием. Показано, что при прочих равных условиях для

эффективного модифицирования неметаллических включений присадку порошковой проволоки силикокальция следует проводить перед разливкой стали в количестве, определяемом с помощью разработанной номограммы.

7. Разработанные технологические рекомендации, направленные на совершенствование внепечной обработки колесных сталей марок В и С с целью минимизации загрязненности готовых изделий неметаллическими включениями, успешно внедрены в действующее производство АО «ЕВРАЗ НТМК».

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что разработан комплекс методов изучения НВ, основанный на кластерном анализе составов представительного количества неметаллических включений, и на статистике экстремальных значений. Применение этих методов и последующая интерпретация результатов методами термодинамического моделирования позволяет выявить природу кластеров неметаллических включений в стали, достоверно предсказать наибольшие эндогенные или выявить максимальные одиночные экзогенные и/или экзо-эндогенные НВ, неравномерно распределенные в объеме готовых изделий. Накопление результатов такого анализа в сталях, выплавленных по разным технологиям, может стать надежной основой современной классификации НВ.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что получена статистически достоверная информация о количестве, составе и размере неметаллических включений, включая выявление экзогенных и/или экзо-эндогенных НВ, что позволило внедрить в промышленную практику методику пробоотбора образцов для входного контроля непрерывно-литых заготовок. Разработанные рекомендации, направленные на снижения загрязненности колесной стали неметаллическими включениями, формализованы в виде технологического критерия и обобщены в номограмме для назначения расхода порошковой проволоки силикокальция с учетом текущих концентраций алюминия и серы в стальном расплаве перед модифицированием.

Оценка достоверности полученных результатов исследования выявила, что:

Достоверность результатов подтверждается тщательным выбором современных экспериментальных методов исследования, многократной проверкой результатов, использованием как современных, так и общепринятых и проверенных методов расчетов и обработки данных.

Личный вклад соискателя состоит в постановке цели и задач работы, подготовке и проведении теоретической и экспериментальной работы, обработке полученных в результате

исследования данных, их обобщении и формулировке выводов, в подготовке к публикации полученных результатов.

Диссертация соответствует паспорту специальности 05.16.02 - «Металлургия черных, цветных и редких металлов» в пунктах 4, 8, 15, 16 формулы специальности.

Диссертационный совет пришел к выводу, что диссертация Житенева А.И. представляет собой научно-квалификационную работу, которая по своему теоретическому, методическому и экспериментальному уровню, представленной научной новизне полученных результатов, теоретической и практической значимости соответствует критериям п.9. «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям.

На заседании 13 февраля 2020 г. диссертационный совет принял решение присудить Житеневу Андрею Игоревичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **21** человека, из них **10** докторов наук по специальности 05.16.02 - «Металлургия черных, цветных и редких металлов», участвовавших в заседании, из **21** человек, входящих в состав совета, проголосовали: **за** присуждение ученой степени - **21**, **против** присуждения ученой степени - **0**, **недействительных бюллетеней - 0**.

Председатель диссертационного
совета Д 002.060.03, академик

Ю.В. Цветков

Ученый секретарь диссертационного
совета Д 002.060.03, к.т.н.

Т.Н. Ветчинкина

«13» февраля 2020 г.

Подписи Ю.В. Цветкова и Т.Н. Ветчинкиной удостоверяю:

ученый секретарь ИМЕТ РАН

к.т.н.



О.Н. Фомина