

Заключение диссертационного совета Д 01.019.03
на базе Государственного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Донецкий национальный технический университет»
Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики
по диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук
аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета Д 01.019.03 от 27 декабря 2016 г. протокол №15

О ПРИСУЖДЕНИИ

Бабанину Анатолию Яковлевичу,
учёной степени доктора технических наук

Диссертация «Развитие научных основ и технологии внепечной обработки конструкционных сталей» по специальности 05.16.02 «Металлургия черных, цветных и редких металлов принята к защите 23 сентября 2016 г., протокол №8 диссертационным советом Д 01.019.03 на базе ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет» Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики, 283001, г. Донецк, ул. Артема, 58, приказ о создании диссертационного совета №593 от 02.06.2016 г.

Соискатель Бабанин Анатолий Яковлевич 1957 года рождения. Диссертацию на соискание учёной степени кандидата технических наук «Совершенствование технологии обработки стали порошковой проволокой в промежуточном ковше МНЛЗ» защитил в 2005 году в диссертационном совете, созданном на базе Государственного высшего учебного заведения «Донецкий государственный технический университет». Работает в должности доцента кафедры «Техническая эксплуатация и сервис автомобилей, технологических машин и оборудования» в ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики.

Диссертация выполнена на кафедре «Техническая эксплуатация и сервис автомобилей, технологических машин и оборудования» ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики.

Научный консультант – доктор технических наук, профессор Белоусов Вячеслав Владимирович, ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», заведующий кафедрой «Физика неравновесных процессов, метрологии и экологии».

Официальные оппоненты:

1) Рошин Василий Ефимович, доктор технических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ), профессор кафедры «Металлургия и литейное производство»,

2) Шешуков Олег Юрьевич, доктор технических наук, доцент, ФГБУН «Институт металлургии» УрОРАН, главный научный сотрудник лаборатории пирометаллургии черных металлов,

3) Захаров Николай Иванович, доктор технических наук, доцент, ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», профессор кафедры «Техническая теплофизика».

Ведущая организация – ГОУ ВПО ЛНР «Донбасский государственный технический университет», г. Алчевск, в своем положительном заключении, подписанном на основании обсуждения и одобрения на заседании кафедры «Металлургия черных металлов» (протокол №12 от 02 декабря 2016 г.) Новохатским Александром Михайловичем, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Металлургия черных металлов», утвержденном 02 декабря 2016 г. и. о. ректора ГОУ ВПО ЛНР «Донбасский государственный технический университет» кандидатом экономических наук, доцентом Зинченко А.М. указала, что диссертация отвечает требованиям п. 2.1 Положения о присуждении учёных степеней, предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения ему учёной степени доктора технических

наук по специальности 05.16.02 «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью в области научно-практических исследований физико-химических, термо-гидродинамических и теплофизических процессов, протекающих при внепечной обработки стали в различных аспектах, включая модифицирование неметаллических включений высокоактивными реагентами и дегазацию металла, и наличием соответствующих публикаций.

Соискатель имеет всего 82 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации 40 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, из них 23 статьи – в изданиях, включенных в перечень ВАК РФ и Украины, 4 – в зарубежных изданиях, входящих в базу данных журналов SCOPUS. Из общего числа опубликованных работ: 2 – монографии, 1 – справочно-учебное пособие, 2 – авторских свидетельства, 2 – патента. Из всех работ – 4 опубликовано единолично, остальные в соавторстве.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Ковшевая обработка литейных расплавов порошковыми лентами и проволоками. Монография / **А.Я. Бабанин**, В.В. Паренчук, А.Н. Хомченко, Н.П. Мацаренко, В.В. Белоусов // Донецк: ООО «Юго-Восток, Лтд». – 2008. – 137 с.

2. Обработка железо-углеродистых расплавов высокоактивными реагентами. Монография / **А.Я. Бабанин**, Б.Ф. Белов, В.В. Белоусов, Я.В. Павлов // Донецк: Восточный издательский дом, 2015. - 219 с.

3. Повышение эффективности десульфурации конструкционной стали для магистральных газо- нефтепроводов / Е.В. Горохов, **А.Я. Бабанин**, В.В. Белоусов, О.Б. Исаев, Н.А. Мирончик, Я.В. Павлов, О.А. Бабанина. // Электроталлургия. – 2013. – № 6. – С. 25–27;

4. Mass transfer during the treatment of steel-pouring ladle with cored wire containing a calcium-beagent / V.V. Belousov, V.D. Aleksandrov, A/ Ya. Babanin, I.L. Buzun, O.B. Isaev, V.V. Kislitsa // Metallurgist. Vol. 54. Nas. 3-4. 2010. – Translat-

ed from Metallurg. No. pp. 51-54. March 2010. Original article submitted September 25, 2009.

На диссертацию поступило 3 отзыва официальных оппонентов и отзыв ведущей организации, на автореферат поступило 12 отзывов, в том числе 6 от специалистов учебных заведений, 4 от научных организаций, 2 от промышленных предприятий.

Официальный оппонент доктор технических наук, профессор Рошин В.Е. в своем заключении отметил: считаю, что вопрос о том заслуживает ли соискатель Бабанин Анатолий Яковлевич присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.02 – металлургия черных, цветных и редких металлов, должен решить диссертационный совет по результатам обсуждения, в том числе сделанных замечаний и поставленных в этом отзыве вопросов, во время защиты.

Официальные оппоненты доктор технических наук, доцент Шешуков О.Ю. и доктор технических наук, доцент Захаров Н.И., а также ведущая организация ГОУ ВПО ЛНР «Донбасский государственный технический университет» (г. Алчевск) дали положительные отзывы о диссертации. Все отзывы на автореферат диссертации - положительные.

Во всех отзывах отмечается актуальность темы исследования, научная новизна, адекватность использованных современных методов и научных теорий решаемым задачам, теоретическая и практическая значимость полученных результатов. В отзывах присутствуют конструктивные и критические замечания. При этом отмечается, что указанные замечания не снижают достоинств и значимости диссертации. Во всех отзывах подчеркивается, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу и удовлетворяет требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук.

Обзор поступивших отзывов на автореферат диссертации и содержащихся в них замечаниях:

1. Недопекин Федор Викторович, доктор технических наук по специальности 01.04.14 – «Теплофизика и молекулярная физика», профессор, профессор кафедры физики неравновесных процессов, метрологии и экологии, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донецкий национальный университет» (г. Донецк).

Отзыв положительный с замечаниями.

1.1. Целесообразно было бы провести исследования и определить технологические параметры продувки, не допускающие образования открытой поверхности металла, которые следовало бы внести в технологическую инструкцию.

1.2. Следовало бы выполнить количественную оценку положительного влияния плоского днища промежуточного ковша на удаление неметаллических включений по сравнению со ступенчатым.

2. Кабаков Зотей Константинович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры металлургии, машиностроения и технологического оборудования, ФГБОУ ВО «Череповецкий государственный университет» (г. Череповец).

Отзыв положительный с замечанием.

2.1. Не приведены термодинамические расчеты по определению состава образующихся первичных неметаллических включений.

3. Колодкин Владимир Михайлович, доктор технических, профессор, директор, Институт гражданской защиты ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет» (г.Ижевск).

Отзыв положительный с замечанием.

3.1. Для качественной оценки положительного влияния кальция на отсортировку металла целесообразно провести исследования по УЗК для конкретных

величин содержания углерода в металле на выпуске и снижения содержания кальция от ввода на АКП до кристаллизатора МНЛЗ.

4. Дремов Владимир Владимирович, доктор технических наук по специальности 05.14.06 – «Техническая теплофизика и промышленная теплоэнергетика», профессор кафедры «Физика, математика и материаловедение», Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», (г. Макеевка).

Отзыв положительный с замечаниями:

4.1. В описании рисунков 4, полученных на основе численного решения уравнений гидродинамики, указаны величины скоростей жидкого металла в горизонтальном и вертикальном направлении. Но не сделаны выводы, а какие величины скоростей дают наилучший эффект?

4.2. Работа посвящена разработке улучшенной методике обработки жидкого металла в промежуточном ковше путем использования новых модификаторов и ускорения процесса обработки, но полученные автором результаты не обобщены в одном алгоритме для вычислительных машин, который бы автоматически управлял процессом обработки металла.

5. Протопопов Александр Анатольевич, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой СЛиТКМ, ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет» (г. Тула).

Отзыв положительный без замечаний.

6. Поляков Петр Иванович, доктор физико-математических наук, профессор, Государственное учреждение «Институт физики горных процессов» (г. Донецк).

Отзыв положительный без замечаний.

7. Белов Борис Федорович, кандидат технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных металлов», научно-исследовательский

центр «Структурные исследования металлургических фаз» ГОУ ВПО «ДонНАСА», (г. Макеевка).

Отзыв положительный с замечаниями:

7.1. В автореферате диссертации присутствуют машинописные опечатки.

7.2. К существенным недостаткам следует отнести практически полное отсутствие сведений об общих принципах теории МГС-фаз и наличие большого объема фактического материала, отвлекающего читателя от основной цели и задач проведенных исследований.

8. Шабловский Валентин Алексеевич, старший научный сотрудник лаборатории разливки и внепечной обработки стали, Донничермет (г.Донецк).

Отзыв положительный с замечанием.

8.1. Целесообразно было бы количественно описать процесс изменения структурно-химического состояния покровного шлака при обработке стали силикокальцием.

9. Дорофеев Генрих Алексеевич, кандидат технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных металлов», Янговский П. Р., генеральный директор, Общество с ограниченной ответственностью ГК «ФЕРРО-ТЕХНОЛОДЖИ». (Российская Федерация, г. Химки, Московская обл.).

Отзыв положительный с замечаниями.

9.1. К сожалению, отсутствует термодинамический анализ реакций кальция и алюминия с растворенным кислородом при различном соотношении этих компонентов в металле.

9.2. Не приведены критерии гидродинамического подобия при изучении процессов донной продувки в стальковше и промежуточном ковше, и возможности переноса результатов исследований с модели на натурный объект.

9.3. Экономический эффект работы представлен без какой либо расшифровки. Возможно, что в тексте диссертации эти данные приведены, однако

их полное отсутствие в автореферате создает впечатление неполноты сведений по затронутым выше вопросам.

10. Петров С. В., директор по технологии и качеству, АО Волгоградский металлургический комбинат «Красный Октябрь» (Российская Федерация, г. Волгоград).

Отзыв положительный с замечаниями.

10.1. Не вполне понятно, какие донные узлы применялись при промышленных донных продувках и их конструкция.

10.2. Не представлено, как донные продувочные узлы располагались в днище сталеразливочного ковша?

11. Рябчиков Иван Васильевич, доктор технических наук, профессор, научный консультант; Голубцов Валерий Александрович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, главный специалист по стали, «ООО Новые перспективные продукты и технологии» (Российская Федерация, г. Челябинск).

Отзыв положительный с замечаниями.

11.1. Утверждение автора, что при кислой футеровке и кислом шлаке расход кальция на модифицирование неметаллических включений снижается противоречит существующим представлениям и требует пояснения.

11.2. При разработке рациональной технологии рафинирования металла автор сосредоточил внимание только на кальцийсодержащих сплавах и не рассматривает влияние бария и редкоземельных металлов как более эффективных элементов-модификаторов в сравнении с кальцием.

12. Михайлов Геннадий Георгиевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Материаловедение и физико-химия материалов», Южно-Уральский государственный университет (НИУ), (Российская Федерация, г. Челябинск).

Отзыв положительный с замечаниями.

12.1. Совершенно непонятно зачем необходимо исследовать поведение шлако-металлической системы Ca-Al-Si и CaO-Al₂O₃-SiO₂. Равновесие металла со шлаком систем CaO-Al₂O₃-SiO₂ наступает при концентрациях в стали [Al] ~ 0,001%, [Ca] ~ 0,005%, [Si] ~ 0,1-0,3%. Какую информацию о неметаллических включениях может дать такой трудно-организуемый эксперимент.

12.2. На с. 16 написано «Снижение содержания кальция на технологическом участке АКП-МНЛЗ сопровождается удалением крупных НВ. Снижение Ca с 0,0005% до 0,005% приводит к уменьшению среднего балла тонкой серии силикатов. Далее, снижение содержания алюминия приводит к увеличению недеформируемых НВ. При снижении алюминия в стали с 0,001 до 0,014 средний балл хрупких силикатов остается неизменным, а крупных недеформируемых-снижается на 0,05 ед.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- разработана методология проектирования технологического процесса внепечной обработки конструкционных сталей в агрегатах большой вместимости, основанная на принципах управления процессами образования первичных неметаллических включений, их модифицирования и трансформации;

- разработан новый расчетный метод прогнозирования площади открытой поверхности металла в сталеразливочном ковше при усреднительной продувке в зависимости от технологических параметров вдувания аргона; что позволяет осознанно создавать такие условия протекания процессов, при которых уменьшается насыщение жидкого металла кислородом;

- разработана научная концепция оценки процесса преобразования неметаллических включений от первичных до остаточных путем анализа изменения их структурно-химического состояния на основе теории строения металлургических фаз по модели гармоничных структур вещества (теория МГС-фаз).

- предложен детальный механизм процесса изменения структурно-

химического состояния неметаллических включений при модифицировании кальцием в зависимости от их исходного состояния, количества введенного кальция, структурно-химического состояния ковшевого шлака и футеровки ковша, и на его основе разработаны принципы формирования структурно-химического состояния остаточных неметаллических включений, не оказывающих существенного отрицательного влияния на технологические и механические свойства конструкционных сталей.

- доказана перспективность использования полученных зависимостей снижения содержания кальция в металле от его ввода на АКП до кристаллизатора МНЛЗ от технологических параметров процесса для оценки процессов вторичного окисления металла с целью обеспечения заданного остаточного содержания в нем кальция;

- на основе результатов математического моделирования циркуляционных потоков научно обоснованы оптимальные скоростные режимы непрерывной разливки стали, исключающие затягивания шлака из ступенчатого промежуточного ковша с центральной подачей струи в кристаллизаторы МНЛЗ в переходные режимы разливки и улучшающие условия всплывания неметаллических включений в шлак;

- разработана методика оценки поведения движения неметаллических включений в виде алюминатов кальция в циркуляционных потоках промежуточного ковша с применением критерия Ричардсона, на основании которой предложены наиболее эффективные для удаления неметаллических включений условия, в частности: плоское днище промежуточного ковша и совместное применение турбостопа и продувки металла аргоном.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- получено уравнение определения размеров открытой поверхности металла в сталеразливочном ковше в процессе усреднительной продувки, которое

позволяет управлять ее размерами при отсутствии возможности визуального контроля и снизить вторичное окисление металла.

- усовершенствована и реализована методика анализа механизмов изменения структурно-химического состояния неметаллических включений по теории МГС-фаз первичных, в результате их модифицирования высокоактивными реагентами и трансформации в процессе вторичного окисления на технологическом участке АКП – кристаллизатор МНЛЗ.

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

- полученные на основе детерминированной математической модели параметры движения циркуляционных потоков металла в ПК МНЛЗ позволили разработать практические рекомендации, которые применялись на ряде металлургических предприятий для оптимизации потоков металла применительно к повышению эффективности удаления неметаллических включений;

- разработанный ресурсо-энергосберегающий технологический процесс внепечной обработки конструкционных сталей обеспечивает повышение качества, механических и служебных свойств готового металла и включает следующие разработанные технологии, технологические операции и заводы их опробования:

- технологию снятия переокисленности металла углеродсодержащими материалами в процессе выпуска плавки (РУП "Белорусский металлургический завод");

- технологию внепечной обработки конструкционной трубной стали с контролем размеров открытой поверхности металла при продувке аргоном на АКП (ОАО "МК "Алчевский металлургический комбинат");

- энерго и ресурсосберегающую технологию внепечной обработки стали на АКП по обеспечению заданного структурно-химического состояния НВ, технологию рационального раскисления стали в процессе выпуска плавки и

технологии поточного рафинирования стали от НВ в процессе непрерывной разливки в ПК МНЛЗ (ПАО "МК "Азовсталь");

- технологию рафинирования стали шлаковыми смесями и порошковыми проволочными модификаторами в сталеразливочном ковше (НПО "Тулачермет");

- технологию разливки качественной конструкционной стали с раскислением металла порошковой лентой с алюминием и силикокальцием для повышения выхода годного и снижения отсортировки по поверхностным дефектам (ОАО "Макеевский металлургический комбинат", ОАО «Запорожсталь»);

- новые составы порошкообразных материалов, содержащие высокоактивные реагенты, для рафинирования стали (ремонтно-механические заводы Министерства топлива и энергетики).

Оценка достоверности результатов - исследования выполнены с использованием современной измерительной аппаратуры. Достоверность научно-технических решений работы, обоснованность выводов и рекомендаций подтверждаются корректным применением результатов разработанных научных основ рафинирования конструкционных сталей в процессе внепечной обработки на основе анализа и управления структурно-химическим состоянием неметаллических включений; результатами расчетно-теоретических исследований, выполненных на основе математической модели, результатами лабораторных экспериментов и их адекватностью с результатами промышленных экспериментов, сопоставимостью результатов экспериментальных исследований с теоретическими выводами, технико-экономической эффективностью результатов промышленных испытаний разработанного технологического процесса.

Личный вклад соискателя. Основные идеи, разработанные методики и методы проведения исследований, технологии и технологические операции принадлежат автору диссертации. Автор разработал: методику проведения

гидродинамических лабораторных исследований продувки металла аргоном, методику проведения высокотемпературных лабораторных исследований взаимодействия металло-шлаковой системы; методику управления изменением структурно-химического состояния неметаллических включений от выпуска металла из конвертера до кристаллизатора МНЛЗ; методики проведения всех реализованных в работе промышленных экспериментов; выполнил физическое описание процессов непрерывной разливки стали с выдачей исходных параметров для их математического моделирования. Автор работы, либо самостоятельно проводил исследования, либо в коллективе принимал активное участие в их проведении, поэтому ряд результатов теоретических и экспериментальных исследований опубликованы с соавторами.

Таким образом, диссертация Бабанина Анатолия Яковлевича «Развитие научных основ и технологии внепечной обработки конструкционных сталей», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук, соответствует паспорту специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов» по направлению подготовки 22.06.01 «Технологии материалов» и п. 2.2 «Положения о присуждении ученых степеней». В работе решена актуальная научно-техническая проблема развития научных основ и технологии внепечной обработки конструкционных сталей, заключающаяся в разработке сквозного технологического процесса внепечной обработки конструкционных сталей на основе новых теоретических представлений об образовании первичных неметаллических включений, их модифицировании высокоактивными реагентами и трансформации при вторичном окислении на технологическом участке: выпуск металла из конвертера-кристаллизатор МНЛЗ, в агрегатах большой вместимости с учетом особенностей, протекающих в них физико-химических, термо-гидродинамических и теплофизических процессов, имеющая важное хозяйственное значение для повышения механических и служебных свойств конструкционных сталей, снижения энерго- и материальных ресурсов.

На заседании 27 декабря 2016 г. диссертационный совет Д 01.019.03 принял решение присудить Бабанину А.Я. ученую степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования из 24 членов, входящих в состав диссертационного совета, присутствовали 17 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов», проголосовали: за - 12, против - 4, недействительных бюллетеней - 1.

Председатель диссертационного совета Д 01.019.03

д.т.н. проф.

С.П. Еронько

Учёный секретарь диссертационного совета Д 01.019.03

д.т.н., проф.



А.В. Яковченко