

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.285.05 НА БАЗЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «УРАЛЬСКИЙ  
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ПЕРВОГО ПРЕЗИДЕНТА  
РОССИИ Б.Н. ЕЛЬЦИНА», МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК  
аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 25 декабря 2015 г. № 14

О присуждении Титаеву Александру Анатольевичу, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Совершенствование технологии нагрева горячедеформированных труб на основе анализа теплофизических процессов» по специальности 05.16.02 – Metallургия чёрных, цветных и редких металлов принята к защите 19 октября 2015 г., протокол № 8, диссертационным советом Д 212.285.05 на базе ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России, 620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19; созданным приказом Минобрнауки России № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель, Титаев Александр Анатольевич, 1981 года рождения.

В 2005 г. окончил ГОУ ВПО «Уральский государственный технический университет – УПИ» по специальности «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети»; в 2015 г. окончил очную аспирантуру ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина» по специальности 05.16.02 – Metallургия чёрных, цветных и редких металлов; работает в должности программиста I категории Научно-исследовательского центра Проблем энергосбережения и

автоматизации ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре теплофизики и информатики в металлургии Института материаловедения и металлургии ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, Лисиенко Владимир Георгиевич, ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина», Институт радиоэлектроники и информационных технологий, кафедра автоматизации, профессор.

Официальные оппоненты:

**Парсункин Борис Николаевич**, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», кафедра «Автоматизированные системы управления», профессор;

**Вохмяков Александр Михайлович**, кандидат технических наук, ООО «Научно-производственная компания «УралТермоКомплекс» (г.Екатеринбург), Производственно-технический отдел, начальник отдела, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ОАО «Научно-исследовательский институт металлургической теплотехники», г. Екатеринбург – в своем положительном заключении, подписанном Дружининым Геннадием Михайловичем, доктором технических наук, директором по науке и технике, и Ашихминым Александром Анатольевичем, кандидатом технических наук, заместителем заведующего лабораторией теплотехники и систем отопления нагревательных печей, указала, что диссертационная работа Титаева А.А. является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальных и важных для отрасли задач повышения эффективности нагрева труб на основе анализа теплофизических процессов,



происходящих в печи; работа отвечает требованиям Положения о присуждении ученых степеней (п. 9), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Титаев А.А., заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия чёрных, цветных и редких металлов.

Соискатель имеет 17 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 17 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 4.

Другие публикации по теме диссертации представлены в виде 1 патента РФ на изобретение; 12 статей, опубликованных в зарубежных (4) и российских (3) научных журналах, сборниках материалов международных (5) конгрессов. Общий объем опубликованных работ – 4,7 п.л., авторский вклад – 1,8 п.л.

Наиболее значительные работы по теме диссертации:

**статьи в рецензируемых научных журналах:**

1. Титаев А.А. Об одном из способов регулирования давления в печи с импульсной системой отопления // В.Г. Лисиенко, Ю.К. Маликов, А.А. Титаев // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2012. – №12. – С.60-61. (0,1 п.л./0,05 п.л.).

2. Титаев, А.А. Простая аппроксимация степени черноты смеси CO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O, используемая в зональном методе расчета теплообмена излучением / В.Г.Лисиенко, Г.К. Маликов, А.А. Титаев // Теплофизика и аэромеханика. – 2014. – Т. 21. № 6. – С. 811-814. (0,3 п.л./0,1 п.л.).

3. Титаев А.А. Метод расчета взаимных поверхностей излучения а математических моделях высокотемпературных агрегатов, основанный на дискретизации по направлениям / В.Г. Лисиенко, Г.К. Маликов, А.А. Титаев // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2014. – Т. 57. №8. – С.47-50. (0,3 п.л./0,2 п.л.).

4. Титаев, А.А. Выбор режимов термической обработки нефтегазопроводных труб моделированием с учетом теплопереноса / В.Г.Лисиенко, М.Р. Нурмухаметова, А.А. Титаев // Сталь. – 2015. – №8. – С.62-66. (0,3 п.л./0,1 п.л.).

## **Патент:**

5. Пат. 2496070 С1 Российская Федерация, Способ регулирования газоплотности рабочего пространства энерготехнологических агрегатов / Лисиенко Владимир Георгиевич, Маликов Юрий Константинович, Титаев Александр Анатольевич; заявитель и патентообладатель ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина». Приоритет от 20.10.2013. Бюл. №29, 2013.

На автореферат поступили положительные отзывы:

1. Флейшера Александра Григорьевича, канд. техн. наук, заведующего лабораторией литья, и Попова Владимира Владимировича, канд. техн. наук, инженера исследователя лаборатории литья Израильского института металлов (г. Хайфа, Израиль). Содержит замечания: 1) в первой главе, посвященной литературному обзору не представлены основные источники для анализа существующего положения в области финишной обработки труб и методов математической оценки и анализа печных процессов; 2) автор на с.5 автореферата утверждает, что была “разработана модель расчета излучения печной атмосферы, содержащей смесь диоксида углерода и водяных паров, основанная на аппроксимирующей формуле с подстраиваемыми коэффициентами”. Судя по пояснению к главе 2 (с.9–10 автореферата) данная модель представляет собой лишь выборку из уже имеющихся методов, или это не так? Необходимо более подробно пояснить, что из себя представляет модель в математическом плане и с помощью каких средств программирования она нашла физическое воплощение; 3) работа прошла хорошую апробацию, она неоднократно докладывалась на всероссийских и международных конференциях. Автор имеет в том числе зарубежные публикации. В связи с этим, хотелось бы уточнить, рассчитана ли работа только на российский рынок, или предложенные методы и решения могут быть применимы и для американских или европейских металлургических заводов?



2. Щелокова Якова Митрофановича, канд. техн. наук, доц., председателя коллегии СРО “Союз “Энергоэффективность” (г. Екатеринбург). Содержит замечания: 1) на с.4 автореферата из фразы “усовершенствование конструкции ... с целью повышения стабильности контролируемых в процессе нагрева величин” неясно, о каких величинах идет речь ? 2) фразу “быстрая модель излучения”, очевидно, следует понимать как “быстрая модель процессов излучения”.

3. Скуратова Александра Петровича, д-ра техн. наук, проф., профессора кафедры теплотехники и гидрогазодинамики Политехнического института ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет» (г. Красноярск). Содержит следующие замечания: 1) математическая модель печи представлена достаточно схематично. Поэтому не ясно, учитывалась ли при моделировании нагрева металла конвективная составляющая теплообмена? 2) при анализе теплофизических процессов следовало провести оценку влияния исследуемых режимов работы печи на равномерность нагрева поверхности труб в теплотехнических зонах; 3) при анализе работы печи на предельной тепловой мощности не указано фактическое ее значение применительно к представленному на рис.6 графику зависимости температуры в зоне нагрева от ее производительности.

4. Цепелева Владимира Степановича, д-ра техн. наук, проф., директора Исследовательского центра физики металлических жидкостей ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина» (г. Екатеринбург). Содержит замечание: при разработке модели излучения печных газов (формулы (2)-(5)) не указано, как определяется характеристический путь луча в объемной зоне печной атмосферы.

5. Цымбала Валерия Павловича, д-ра техн. наук, профессора кафедры прикладных информационных технологий и программирования ФГБОУ ВПО “Сибирский государственный индустриальный университет” (г. Новокузнецк). Содержит замечания: 1) на стр.8 автореферата сказано, что “зональный метод имеет преимущество по скорости вычислений”, однако,

далее указывается, что “существующие методики расчета угловых коэффициентов требуют больших вычислительных затрат”. Непонятно, имеется ли здесь противоречие, или речь идет о различных этапах метода или различиях в его реализации; 2) в описании способа регулирования давления в печи нет анализа, какие параметры в формуле для определения объема подсосов холодного воздуха в печь зависят от типа сжигаемого топлива, а какие определяются заданным режимом работы агрегата. Это может быть важным, если предполагается обобщение формулы на другие виды органического топлива.

6. Темлянцева Михаила Викторовича, д-ра техн. наук, проректора по научной работе и инновациям, профессора кафедры теплоэнергетики и экологии ФГБОУ ВПО “Сибирский государственный индустриальный университет” (г. Новокузнецк). Содержит замечания: 1) в автореферате отсутствует информация о полученном или прогнозируемом экономическом эффекте от разработок автора; 2) из рис.2 на с.12 следует, что автор круглое поперечное сечение трубы заменял многогранным, в связи с этим вопрос: для чего это было сделано, сколько граней было в многограннике, эквивалентном кругу и как количество граней влияет на точность моделирования теплофизических процессов ?

7. Маликова Германа Константиновича, д-ра техн. наук, ведущего научного сотрудника Научно-исследовательского центра проблем энергосбережения и автоматизации ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина» (г. Екатеринбург). Содержит замечания: 1) при описании модели излучения печной атмосферы в пояснениях к формулам (2)-(5) указано, что параметры формулы выбираются с помощью поиска минимума функции нескольких переменных, однако физический смысл данной функции неясен; 2) при описании нового метода расчета угловых коэффициентов излучения в автореферате недостаточно ясно отражено, какая именно информация, собранная при вычислении коэффициентов вида “поверхность-поверхность”



используется в дальнейшем для вычисления коэффициентов “поверхность-объем” и “объем-объем”.

8. Торопова Евгения Васильевича, д-ра техн. наук, проф., профессора кафедры промышленной теплоэнергетики ФГБОУ ВПО “Южно-Уральский государственный университет” (национальный исследовательский университет), г. Челябинск. Содержит замечания: 1) на с.21 автореферата упоминается без объяснений некоторый фактор Сэкв; 2) не вполне ясно, как сказывается запаздывание сигнала обратной связи по содержанию кислорода в уходящих продуктах сгорания на скорости реализации требуемого аэромеханического режима.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью своими достижениями среди научно-технической общественности и специалистов в данной отрасли науки, их высокой научной компетентностью в области металлургической теплотехники и печестроения, а также современных способов нагрева металла и сопряженных с ним теплофизических процессов.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

- **предложен** усовершенствованный зональный метод моделирования теплообмена излучением применительно к нагреву труб в печах, отапливаемых органическим топливом;
- **разработана** модель расчета излучения печной атмосферы, содержащей смесь диоксида углерода и водяных паров, основанная на формуле, аппроксимирующей зависимость степени черноты от соотношения компонентов смеси;
- **разработан** метод вычисления обобщенных угловых коэффициентов для случая сложной геометрической системы (на примере нагревательной печи методического типа с шагающими балками);
- **разработана** методика определения параметров нагрева металла на основе предложенного усовершенствования зонального метода;

- **разработан и внедрен** новый способ управления газодинамическим режимом в печи путем корректирования задания регулятору давления с учетом содержания кислорода в отходящих продуктах сгорания;

- **доказана** перспективность использования разработанных методик и алгоритмов для повышения эффективности нагрева металла в нагревательных печах.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

- **доказаны** положения методики, определяющей зависимость между режимными параметрами нагревательной печи и теплофизическими процессами, протекающими при нагреве металла;

- **применительно к проблематике диссертации результативно использован** зональный метод расчета и моделирования теплообмена излучением, который был усовершенствован в части расчета излучения печной атмосферы и вычисления угловых коэффициентов излучения зон при различной геометрии рабочего пространства печей;

- **изложены** теплофизические факторы, оказывающие влияние на процесс нагрева металла, применительно к работе печей, использующих органическое топливо, в частности, природный газ;

- **изучены** зависимости между тепловой мощностью, производительностью печи и температурой нагрева металла;

- **изучены** особенности управления газодинамическим режимом в нагревательной печи с импульсной системой отопления;

- **проведена модернизация** алгоритма управления газодинамическим режимом в нагревательной печи с импульсными горелками.

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

- **разработаны и внедрены** новые технологические режимы нагрева горячедеформированных труб нефтяного сортамента из стали



13ХФА в нагревательных печах линии финишной отделки труб цеха №4 ОАО “Первоуральский новотрубный завод”;

- **разработана** система рекомендаций для организации технологий нагрева металла в печи с учетом теплотехнической мощности печи и требуемой температуры нагрева металла;

- **определены** показатели процесса нагрева металла (расход топлива, масса окалины, подсос воздуха) при использовании нового алгоритма управления газодинамическим режимом печи;

- **представлены** предложения по дальнейшему усовершенствованию предложенных методик и алгоритмов.

#### **Оценка достоверности результатов исследований выявила:**

- **для экспериментальных работ:** измерения осуществлялись современными стационарными и переносными приборами, прошедшими государственную поверку;

- **теория** построена на известных положениях анализа теплофизических процессов нагрева металла в металлургических печах;

- **идея базируется** на использовании анализа теплофизических процессов применительно к нагреву горячедеформированных труб в печах, отапливаемых органическим топливом;

- **использованы** экспериментальные данные, полученные автором при внедрении разработок в производственный процесс при финишной отделке труб на одном из крупных отраслевых предприятий области;

- **использованы** как имеющиеся современные программные средства для моделирования теплообмена, так и собственные программные и алгоритмические разработки, облегчающие и упрощающие процесс расчета;

- **установлено** количественное совпадение полученных автором результатов с результатами современных исследований по данной тематике, описанными в литературе.

**Личный вклад соискателя состоит в:** постановке задач исследования; модификации зонального метода теплообмена излучением; разработке методики совершенствования режимов нагрева труб с использованием анализа теплофизических процессов в печи; анализе полученных результатов расчета и выдаче рекомендаций по совершенствованию режимов нагрева; участию в разработке методов совершенствования конструкций и алгоритмов управления печью; подготовке основных публикаций по результатам исследования.

На заседании 25.12.2015 г. диссертационный совет принял решение присудить Титаеву А.А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 10 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 17, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель  
диссертационного совета



Набойченко Станислав Степанович

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Сулицин Андрей Владимирович

«25» декабря 2015 г.