

Заключение диссертационного совета Д 01.016.03
на базе Государственного образовательного учреждения высшего
профессионального образования «Донецкий национальный университет»
по диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук
аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета Д 01.016.03
от «10» июня 2016 г. Протокол № 3

О ПРИСУЖДЕНИИ

Гнитиеву Павлу Александровичу
ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Совершенствование технологических и конструктивных параметров процессов воздушного охлаждения металла в камерных печах» по специальности 05.14.04 – «Промышленная теплоэнергетика» принята к защите «01» апреля 2016 г., Протокол № 2 диссертационным советом Д 01.016.03 на базе Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донецкий национальный университет», 83001, г. Донецк, ул. Университетская 24 (Приказ МОН ДНР о создании диссертационного совета № 117 от 8.02.2016 г.).

Соискатель Гнитиев Павел Александрович 1990 года рождения в 2013 году окончил с отличием Донецкий национальный технический университет по специальности «Промышленная теплотехника». В 2013 году поступил и проходит подготовку в аспирантуре Донецкого национального технического университета по специальности 05.14.06 – техническая теплофизика и промышленная теплоэнергетика.

Диссертация выполнена в Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Донецкий национальный технический университет», Донецк.

Научный руководитель – Бирюков Алексей Борисович, доктор технических наук, профессор, Государственное образовательное учреждение

высшего профессионального образования «Донецкий национальный технический университет», Донецк, заведующий кафедрой технической теплофизики.

Официальные оппоненты:

1. Недопекин Федор Викторович, доктор технических наук, профессор, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донецкий национальный университет», Донецк, профессор кафедры физики неравновесных процессов, метрологии и экологии;

2. Лукьянов Александр Васильевич, доктор технических наук, профессор, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», Макеевка, заведующий кафедрой теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции, дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация: Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Луганский государственный университет имени Владимира Даля», г. Луганск, в своем положительном заключении, подписанном на основании обсуждения и одобрения на заседании кафедры вентиляции, теплогазо- и водоснабжения ГОУ ВПО «Луганский государственный университет имени Владимира Даля» (17 мая 2016 года, Протокол № 7) заведующим кафедрой д.т.н., профессором Н.Д.Андрейчуком и д.т.н., профессором кафедры Я.А.Гусенцовой, утвержденном 20 мая 2016 г. проректором по научной работе ГОУ ВПО «Луганский государственный университет имени Владимира Даля» д.т.н., профессором В.А.Витренко указала, что основные научные результаты диссертации опубликованы в 4 печатных работах в рецензируемых научных изданиях, 5 публикаций включены в наукометрическую базу РИНЦ, 1 публикация включена в базу данных научной периодики SCOPUS, работа отвечает требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата

технических наук по специальности 05.14.04 – промышленная теплоэнергетика.

Соискатель имеет 15 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 2 публикации в рецензируемых научных изданиях, включенных в перечень ВАК РФ, 2 статьи опубликованы в специализированных научных изданиях, которые входят в перечень ВАК Украины, 2 публикации в других изданиях, 8 работ апробационного характера, 1 патент на полезную модель.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

перечень ВАК РФ

1. Бирюков А.Б. Анализ современного состояния технологии воздушного охлаждения металла в печах: [Текст] / А.Б. Бирюков, С.М. Сафьянц, П.А. Гнитиев. // Бюллетень научно-технической и экономической информации «Черная металлургия». – М.: Черметинформация, 2014. - № 11 (1379). – С. 42-47.

2. Бирюков А.Б. Математическая модель для изучения процессов воздушного охлаждения металла в печах: [Текст] / А.Б. Бирюков, А.И. Волошин, П.А. Гнитиев. // Сталь. – М.: Печатный дом, 2015. - № 7. – С. 77-81.

перечень ВАК Украины

3. Бирюков А.Б. Изучение гидродинамических параметров работы устройств, предназначенных для создания низкочастотного пульсирующего расхода газообразных сред: [Текст] / А.Б. Бирюков, П.А. Гнитиев. // Металл и литье Украины. – К.: Наш формат, 2014. – № 2 (249). – С. 32-34.

4. Гнитиев П.А. Конвективный теплообмен в печах при импульсном и безимпульсном режимах подачи теплоносителя: [Текст] / П.А. Гнитиев // Промышленная теплотехника. – К.: Академперіодика, 2015. - № 2. – С. 39-47.

На диссертацию и автореферат поступили 10 отзывов. Все отзывы положительные.

Обзор поступивших отзывов и содержащихся в них замечаний:

1. **Беленький Анатолий Матвеевич**, доктор технических наук, профессор, академик Российской инженерной академии по секции энергетика, профессор кафедры энергоэффективных и ресурсосберегающих

промышленных технологий, **Курнос Владимир Владимирович**, кандидат физико-математических наук, профессор кафедры энергоэффективных и ресурсосберегающих промышленных технологий, ФГАОУ ВО «**Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»**».

Отзыв положительный, с замечаниями:

– Постулируемое автором как научная новизна положение: «Впервые установлено среднее значение коэффициента местного сопротивления вращающейся круглой заслонки...» (стр.3) относится, по нашему мнению, к разделу практическая значимость.

– На стр. 15 в формулах расчета энергетического коэффициента приведена буква α без объяснения назначения данного параметра.

2. **Сулов Вячеслав Александрович**, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «**Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна**». Заведующий кафедрой промышленной теплоэнергетики Высшей школы технологии и энергетики.

Отзыв положительный, с замечаниями:

– Не представлен диапазон применимости для полученных автором уравнений.

– Неясно изменение показателя степени при числе Re (0,4-0,62) от формы тел в условиях их соплового обдува сильным турбулентным потоком.

– Непонятно значение показателя степени при числе $Pr=0,43$ в уравнении на стр. 14 автореферата.

3. **Рудобашта Станислав Павлович**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий Института механики и энергетики, ФГБОУ ВО «**Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева**».

Отзыв положительный, с замечанием:

– Автором указано, что данная модель позволяет вести расчет в 60-100 раз быстрее темпа реального времени. Возможно, при использовании

двумерной задачи скорость приблизилась бы к темпу реального времени, что является допустимым при условии внедрения математической модели в системы АСУ ТП – однако данный вопрос автор не исследовал.

4. Иванов Николай Васильевич, кандидат технических наук, Заместитель начальника отделения турбинных установок ОАО «**Всероссийский теплотехнический институт**», заслуженный работник Российского акционерного общества энергетики и электрификации «ЕЭС России», Почетный энергетик РФ.

Отзыв положительный, с замечаниями:

– На рисунке 7 наблюдается достаточно сложное поведение коэффициента конвективной теплоотдачи в процессе физического эксперимента, на сколько корректно сглаживать результаты распределением Гаусса?

– Известно множество способов турбулизации воздушного потока, однако в данной работе в качестве средства интенсификации теплообмена анализируется только один из них – вращающаяся заслонка.

5. Кошелева Марина Константиновна, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры процессов, аппаратов химической технологии и безопасности жизнедеятельности Института химических технологий и промышленной экологии, ФГБОУ ВО «**Московский государственный университет дизайна и технологии**».

Отзыв положительный, с замечаниями:

– В реферате не дается строгого обоснования того, почему предпочтение отдается одномерной постановке задачи при математическом моделировании конвективного теплообмена в камерных печах и не рассматривается возможность применения более точной двумерной модели.

– В реферате имеются отдельные стилистические ошибки, используются, без пояснений, специфические профессиональные термины (стр.11), хотя в целом он написан на хорошем уровне.

6. Конопля Сергей Викторович, главный инженер Ясиноватского

машиностроительного завода.

Отзыв положительный, с замечаниями:

– При исследовании влияния параметров футеровки на время охлаждения заготовок в печи не ясно, какие исходные данные приняты в качестве теплофизических характеристик керамоволокнистой футеровки. Рассматриваемые характеристики существенно варьируются в зависимости от фирмы производителя.

– На рисунке 9 показана доля конвективной составляющей в общем количестве снимаемой теплоты с металла, отмечено, что эта доля находится в пределах 10-30%, в то же время автор предлагает интенсифицировать охлаждение путем подачи воздуха с дополнительной турбулентностью. В связи с этим возникает вопрос – на сколько велико влияние усиления интенсификации конвективного теплообмена на продолжительность операции?

7. Иванова Анна Александровна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела теории управляющих систем, ГУ «**Институт прикладной математики и механики**».

Отзыв положительный, с замечанием:

– Насколько это следует из автореферата, в математическую модель закладывается критериальное уравнение, описывающее конвективный теплообмен при одних вполне конкретных аэродинамических условиях. При этом автор отмечает, что данная математическая модель может быть встроена в систему АСУ ТП. В таком случае при термической обработке различных садок печи используемое критериальное уравнение не будет в точности описывать процессы, протекающие при воздушном охлаждении металла. В этой связи целесообразно было бы внести уточнение, что для различных типовых параметров садки печи необходимо определить соответствующие критериальные уравнения и использовать их в каждом конкретном случае.

8. Ржесик Константин Адольфович, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры холодильной и торговой техники ГОУ ВПО «**Донецкий национальный университет экономики и торговли имени**

Михаила Туган-Барановского»

Отзыв положительный, с замечаниями:

– При проведении лабораторных исследований с использованием кубических тел из льда учитывалось изменение формы в сторону шара, а как учитывалось изменение формы в случае исследования цилиндрической заготовки из автореферата не ясно?

– При исследовании интенсификации путем создания дополнительных пульсаций рассмотрен достаточно узкий частотный диапазон. В автореферате не дается ответ на важный вопрос, наблюдается ли тенденция роста коэффициента конвективной теплоотдачи при дальнейшем увеличении частоты вращения заслонки.

9. Барьяхтар Федор Григорьевич, доктор физико-математических наук, профессор, ученый секретарь **Донецкого государственного научно-исследовательского и проектного института цветных металлов (ДонНИПИЦМ)**.

Отзыв положительный, с замечаниями:

– Указывая на целесообразность применения концептуальной керамоволокнистой подины в автореферате не дается представление о способе ее изготовления.

– Также возникает вопрос как керамоволокнистая подина будет воспринимать нагрузку от садки и какая при этом ожидается долговечность покрытия.

10. Шамота Виталий Павлович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой высшей математики и физики, ВОО ВПО «**Донецкий институт железнодорожного транспорта**»

Отзыв положительный, с замечаниями:

– На стр. 2-3 пункты 1 и 2 начинаются совершенно одинаковыми предложениями. Возможно, их следовало бы объединить.

– На стр. 6 приведены граничные условия без соответствующих дифференциальных уравнений, что не дает полной характеристики

рассматриваемой математической задачи.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью в области научно-практических исследований теплопереноса в различных процессах и наличием публикаций в соответствующей сфере исследования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- разработана и адаптирована математическая модель для исследования процесса теплообмена в камерных печах, позволяющая изучать влияние конструктивных и технологических параметров на качество операции воздушного охлаждения и ее длительность;

- разработана новая экспериментальная методика определения коэффициента конвективной теплоотдачи при воздушном охлаждении тел различной формы;

- предложена оригинальная инженерная методика для проектного расчета воздушного охлаждения металла в печах, позволяющая выбрать требуемый расход воздуха и характеристики нагнетателя на основании заданной скорости охлаждения в инерционный период;

- доказана целесообразность применения пульсирующей подачи теплоносителя для интенсификации процесса теплообмена применительно к условиям охлаждения металла в камерных печах;

- раскрыты закономерности теплообменных процессов, протекающих при воздушном охлаждении металла в печах путем установления доли конвективной и лучистой составляющих в общем количестве отводимой теплоты от металла.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- эффективно использованы методы математического и физического моделирования процессов воздушного охлаждения металла в печи, что позволило раскрыть особенности теплообменных процессов при воздушном охлаждении металла и получены критериальные уравнения, описывающие

конвективный теплообмен для тел кубической и цилиндрической формы;

- изучено влияние импульсной подачи теплоносителя на значение коэффициента конвективной теплоотдачи при воздушном охлаждении, установлено, что интенсификация при вращении заслонки в диапазоне 0,8-1,6 Гц составляет порядка 17,5 % по сравнению с режимами, предполагающими подачу среды без пульсаций;

- раскрыт и запатентован способ определения коэффициента конвективной теплоотдачи при проведении лабораторных экспериментов с применением льда в качестве материала исследуемых тел (№ 85127 № и 2013 06161; заяв. 18.05.2013; опубл. 11.11.2013, бюл № 21.)

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

- создана и принята к использованию математическая модель прогнозного управления процессами воздушного охлаждения металла в печах для систем АСУ ТП предприятия ЗАО «Термосталь» (г. Санкт-Петербург);

- определен коэффициент местного сопротивления вращающейся заслонки 87% перекрытия канала, что позволит выполнять аэродинамические расчеты при проектировании воздушных каналов камерных печей;

- представлена методика по определению требуемых расходов воздуха на охлаждение, представляющая интерес при выборе нагнетающих устройств;

- определено количественное влияние параметров футеровки на длительность воздушного охлаждения, разработаны рекомендации по сокращению данной операции;

- разработаны и внедрены в учебный процесс результаты теоретических и экспериментальных исследований для студентов, квалификационного уровня бакалавр по направлению подготовки 22.03.02 «Металлургия» по профилю «Промышленная теплотехника» в курсах «Автоматизация производственных процессов и микропроцессорная техника» в ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет».

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- результаты экспериментальных исследований выполнены с применением современных методов, поверенных приборов и оборудования в лабораторных условиях, показана воспроизводимость результатов исследования в различных условиях;

- теория основана на классических подходах к расчету струйного течения, лучистого и конвективного теплообмена в камерных печах;

- идея базируется на фундаментальных законах конвективного и лучистого теплообмена, известных закономерностях теории турбулентных струй, методах вычислительной математики и математической статистики;

- установлено количественное и качественное совпадение авторских результатов по определению значения интенсификации конвективного теплообмена при использовании импульсной подачи теплоносителя с результатами, представленными в работах зарубежных авторов;

- использованы современные методики сбора и обработки исходной информации при исследовании теплового состояния металла во время воздушного охлаждения в камерной печи;

- доказано, что созданная математическая модель является адекватной теплофизическим процессам при воздушном охлаждении металла в реальных объектах.

Личный вклад соискателя состоит в том, что:

- проведены экспериментальные и расчетно-теоретические исследования конвективного и лучистого теплообмена в камерных печах;

- разработана и использована для исследования математическая модель процесса воздушного охлаждения металла в печах;

- выполнена оценка влияния конструктивных и технологических параметров процесса воздушного охлаждения на показатели ресурсосбережения;

- использованы численные методы обработки экспериментальных данных с использованием компьютерного обеспечения;

- разработаны в научном плане и технически обоснованы подходы для

работы системы контроля тепловой работы устройств термообработки.

На заседании от «10» июня 2016 г. диссертационный совет принял решение присудить Гнителиву Павлу Александровичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за 20, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель

диссертационного совета Д 01.016.03

д.т.н., профессор


(подпись)

В.И. Сторожев

Учёный секретарь

диссертационного совета Д 01.016.03

к.ф.-м.н., доцент


(подпись)

И.А. Моисеенко

10 июня 2016 г.



УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
М.Н. МИХАЛЬЧЕНКО