

Протокол № 141 от 24 ноября 2016 г.
заседания диссертационного совета Д 212.132.02

На заседании из 25 членов совета присутствуют 22: д.т.н. Белов В.Д. (председатель совета, 05.16.04), д.т.н. Семин А.Е. (заместитель председателя, 05.16.07); к.т.н. Колтыгин А.В. (ученый секретарь, 05.16.04); д.т.н. Бородин Д.И. (05.16.07); д.т.н. Григорович К.В. (05.16.02); д.т.н. Деев В.Б. (05.16.04); д.т.н. Дибров И.А. (05.16.04); д.т.н. Дуб В.С. (05.16.02); д.т.н. Карабасов Ю.С. (05.16.07); д.х.н. Карпов Ю.А. (05.16.07); д.т.н. Косырев К.Л. (05.16.02); д.т.н. Леонтьев Л.И. (05.16.07); д.т.н. Моисеев В.С. (05.16.04); д.т.н. Павлов А.В. (05.16.02); д.т.н. Пашков И.Н. (05.16.04); д.физ.-мат.н. Петелин А.Л. (05.16.02); д.т.н. Сборщиков Г.С. (05.16.02); д.т.н. Симонян Л.М. (05.16.07); д.т.н. Тен Э.Б. (05.16.04); д.т.н. Уточкин Ю.И. (05.16.02); д.т.н. Филонов М.Р. (05.16.02); д.т.н. Шульц Л.А. (05.16.07),

в том числе по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов» – 8 членов совета. Кворум имеется.

На повестке дня защита диссертации **Ткачева Александра Сергеевича** на тему: «Исследование и оценка эффективности применения трубчатых электродов с целью снижения энергетических затрат при выплавке стали в дуговых сталеплавильных печах малой и средней вместимости», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов». Работа выполнена на кафедре «Металлургия стали и ферросплавов» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» и на кафедре «Металлургия и металловедение им. С.П. Угаровой» Старооскольского технологического института им. А.А. Угарова (филиала) Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС».

Научный руководитель:

Кожухов Алексей Александрович – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Металлургия и металловедения им. С.П. Угаровой» Старооскольского технологического института им. А.А. Угарова (филиал) Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС».

Официальные оппоненты присутствуют:

— Нехамин Сергей Маркович – доктор технических наук, Генеральный директор ООО «Научно-производственная фирма «КОМТЕРМ»;

— Смирнов Николай Александрович – доктор технических наук, профессор, последнее место работы – кафедра «Технология и оборудование металлургических процессов» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)». В настоящее время – пенсионер.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова» Российской академии наук.

Представленные соискателем документы соответствуют установленным требованиям Положения ВАК.

1. Слушали:

- доклад **Ткачева Александра Сергеевича** об основных положениях диссертации;
- вопросы соискателю и его ответы;
- выступление научного руководителя соискателя;
- заключение организации, где выполнена диссертационная работа, отзыв ведущей организации, а также отзывы на диссертацию и автореферат, поступившие в диссертационный совет;
- ответы соискателя на замечания, содержащиеся в отзывах;
- выступление официальных оппонентов;
- ответы соискателя на замечания оппонентов;
- выступления членов совета в общей дискуссии по рассматриваемой работе: д.т.н. Семин А.Е., д.т.н. Павлов А.В., д.т.н. Симонян Л.М., д.т.н. Тен Э.Б., д.т.н. Бородин Д.И.
- заключительное слово соискателя.

2. Для проведения тайного голосования избрана счетная комиссия в составе: председатель – д.т.н. Павлов А.В., члены комиссии д.т.н. Деев В.Б., к.т.н. Колтыгин А.В.

В тайном голосовании приняли участие 22 членов совета. Проголосовали – за 22, против – 0, недействительных – 0.

На основании результатов тайного голосования членов совета **Ткачеву Александру Сергеевичу** присуждена ученая степень кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

3. Рассмотрение и принятие открытым голосованием заключения диссертационного совета по диссертации **Ткачева Александра Сергеевича**. Заключение совета принято единогласно.

Ученый секретарь
диссертационного совета



А.В. Колтыгин

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.132.02
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИСИС» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 24.11.2016г. № 141

О присуждении Ткачеву Александру Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Исследование и оценка эффективности применения трубчатых электродов с целью снижения энергетических затрат при выплавке стали в дуговых сталеплавильных печах малой и средней вместимости» по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов» принята к защите 23.06.2016 г., протокол № 131, диссертационным советом Д 212.132.02 на базе Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (адрес: 119049, г. Москва, Ленинский проспект, д. 4, приказ Минобрнауки № 717/ нк от 09.11.2012г.)

Соискатель Ткачев Александр Сергеевич 1987 года рождения.

В 2009 году соискатель окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по специальности «Металлургия черных металлов».

В 2012 году соискатель освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Старооскольского технологического института им. А.А. Угарова (филиала) Федерального государственного

автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС».

С 2015 года работает мастером участка «Транспорта и отгрузки окатышей» Фабрики окомкования концентрата Открытого акционерного общества «Стойленский горно-обогатительный комбинат».

С 2016 г. работает по совместительству на кафедре «Металлургия и металловедение им. С.П. Угаровой» Старооскольского технологического института им. А.А. Угарова (филиала) Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» в должности стажер-исследователь.

Диссертация выполнена на кафедре «Металлургия стали и ферросплавов» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» и на кафедре «Металлургия и металловедение им. С.П. Угаровой» Старооскольского технологического института им. А.А. Угарова (филиала) Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Министерство образования и науки РФ.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Кожухов Алексей Александрович, заведующий кафедрой «Металлургия и металловедения им. С.П. Угаровой» Старооскольского технологического института им. А.А. Угарова (филиал) Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС».

Официальные оппоненты:

Нехамин Сергей Маркович – доктор технических наук, Генеральный директор ООО «Научно-производственная фирма «КОМТЕРМ»;

Смирнов Николай Александрович – доктор технических наук, профессор, последнее место работы – кафедра «Технология и оборудование

металлургических процессов» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)». В настоящее время – пенсионер;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова» Российской академии наук, в своем положительном заключении, подписанном председателем секции, академиком РАН, доктором технических наук, профессором Леопольдом Игоревичем Леонтьевым, ученым секретарем секции, кандидатом технических наук Татьяной Николаевной Ветчинкиной, и утвержденном заместителем директора по научной работе, чл.-корр., доктором технических наук Алексеем Георгиевичем Колмаковым, указала, что диссертационная работа Ткачева А.С. выполнена на хорошем научном уровне и является законченной научно-квалификационной работой.

Диссертационная работа прошла апробацию на многих всероссийских и международных конференциях; материалы диссертации отражены в 26 публикациях, в том числе 7 статей в рецензируемых журналах из списка ВАК.

Диссертационная работа полностью соответствует требованиям ВАК РФ в части п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденном Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор – Ткачев А.С. – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Соискатель имеет 26 опубликованных работ, в том числе 26 работ по теме диссертации, из них опубликованных в рецензируемых научных изданиях перечня ВАК РФ 7 работ. Работы по теме диссертации, опубликованные в рецензируемых научных изданиях ВАК:

1. Ткачев, А.С. Система управления температурным режимом дуговой сталеплавильной печи, работающей с непрерывной загрузкой металлизированных

окатышей и вспениванием печного шлака / А.С. Ткачев, А.А. Кожухов, И.В. Рябинин // *Металлург.* – 2012 г. – № 1. – С. 34-38.

2. Ткачев, А.С. Разработка методики расчета и оценка рациональной скорости загрузки металлизированных окатышей в дуговую печь при использовании различных типов электродов / А.С. Ткачев, А.А. Кожухов, Э.Э. Меркер, И.В. Рябинин // *Бюллетень научно-технической и экономической информации черная металлургия.* – 2012 г. – №10. – С. 54-56.

3. Ткачев, А.С. Исследование облученности стен дуговой сталеплавильной печи с применением электродов различной конструкции / А.С. Ткачев, А.А. Кожухов, Э.Э. Меркер // *Известия ВУЗов. Черная металлургия.* – 2012 г. – № 9. – С. 17-20.

4. Ткачев, А.С. Оценка коэффициента использования тепла электрических дуг при использовании различных типов электродов на современных дуговых сталеплавильных печах / А.С. Ткачев, А.А. Кожухов, Э.Э. Меркер // *Известия ВУЗов. Черная металлургия.* – 2012 г. – № 11. – С. 14-17.

5. Ткачев, А.С. Исследование энергетических режимов работы современных дуговых сталеплавильных печей при использовании различных типов электродов / А.С. Ткачев, А.А. Кожухов, Э.Э. Меркер, И.В. Рябинин // *Известия ВУЗов. Черная металлургия.* – 2013 г. – №1. – С. 6-10.

6. Ткачев, А.С. Оценка эффективности тепловой работы водоохлаждаемых элементов дуговой сталеплавильной печи при работе на электродах различной конструкции / А.С. Ткачев, А.А. Кожухов, Э.Э. Меркер // *Известия ВУЗов. Черная металлургия.* – 2013 г. – №1. – С. 10-12.

7. Ткачев, А.С. Экспериментальное изучение влияния полого (трубчатого) электрода на характер горения электрической дуги в дуговой сталеплавильной печи / А.С. Ткачев, А.А. Кожухов, Е.Н. Мельников // *Известия ВУЗов. Черная металлургия.* – 2015 г. – № 3. – С. 207-209.

В работах обобщены результаты исследований технологии электроплавки стали в дуговых печах с применением трубчатых электродов. Авторский вклад соискателя в выполнении указанных публикаций состоит в проведении

исследований, статистической обработке результатов, сравнении полученных данных с данными современной литературы.

На диссертацию и автореферат поступило 10 отзывов. Все отзывы положительные и содержат следующие замечания:

1. Отзыв начальника сталеплавильного бюро сталеплавильной лаборатории Технического управления ПАО «Оскольский электрометаллургический комбинат», к.т.н. А.А. Бондарчука содержит следующие замечания:

1.1 В пятой главе представлен сравнительный анализ двух промышленных плавок, что не совсем достаточно для получения достоверных результатов.

1.2 Из автореферата не совсем понятно, за счет чего происходит довольно существенное уменьшение удельного расхода электроэнергии (в среднем на 65 кВт*ч/т) и времени работы печи под током (в среднем на 13 мин).

1.3 В автореферате не представлены данные о количестве промышленных плавок и каким методом они выполнялись.

2. Отзыв начальника группы лаборатории окомкования и металлизации Технического управления ПАО «Оскольский электрометаллургический комбинат», к.т.н. А.А. Шевченко содержит следующие замечания:

2.1 В экспериментальных лабораторных исследованиях, описанных в главе 2 и 3, использовались только электроды диаметром 35 мм, используя другие диаметры электродов полученные результаты могли иметь несколько иные данные, поэтому для получения более точных результатов необходимо было выполнить исследования на электродах различных диаметров.

2.2 При выполнении экспериментальных лабораторных исследований по изучению скорости расплавления шихты, для получения более объективных данных необходимо было выполнить большее количество опытов для каждого типа электродов.

3. Отзыв профессора кафедры «Энергетика теплотехнологии» ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», д.т.н., доцента П.А. Трубаева содержит следующие замечания:

3.1 Разработка компьютерной программы не относится к научной новизне. Научной новизной могут обладать алгоритмы и методы, на основе которых программа создана.

3.2 В автореферате (с. 11) указано, что «исследование распределения мощности теплового излучения электрической дуги по поверхности стен проводилось с использованием тепловизионной аппаратуры». Вместе с тем тепловизор фиксирует тепловое излучения непосредственно излучающих тел. Таким образом, в опытах измерялась не тепловое излучение электрической дуги, а температура поверхности стен, на величину которых кроме мощности теплового излучения электрической дуги оказывают влияние так же ее теплотехнические свойства, величина и градиент теплового потока через стены.

4. Отзыв заведующего кафедрой «Теплотехнические и энергетические системы» ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», профессора, д.т.н. Е.Б. Агапитова содержит следующие замечания:

4.1 На стр. 7 автореферата приведены результаты исследований поведения открытой электрической дуги на лабораторной установке и сделана попытка приближения условий моделирования к поведению дуги в ДСП - «близкому к реальному». Однако, автор не учитывает, что в печи дуга горит в атмосфере, образованной, в частности, продуктами испарения шлакообразующих веществ, которых в эксперименте не было, а гидродинамика газовых потоков, омывающих дугу, определяется гидродинамикой всего рабочего пространства печи. Поведение слаботочных и сильноточных дуг - отличается друг от друга, поэтому результаты эксперимента с открытой дугой с током менее 1 кА (например, формула 1, стр.8) могут иметь лишь качественную оценку и не могут аппроксимироваться на реальные условия. В этой связи вывод о «наиболее оптимальном соотношении диаметра отверстия к диаметру электрода, равном 0,1» нельзя считать корректным для промышленного использования.

4.2 Основным преимуществом дуг постоянного тока является стабильность горения. Однако автор, проводя эксперименты на установке (рис.4, стр.11), не

обеспечивает условий для стабильного горения и в серии экспериментов, где моделируется какой - то период плавки (нужны комментарии, т.к. шлака нет, в качестве катода - чистый, не окисленный металл) по серии опытов, не превышающих 3 минут - делает вывод о стабильности дуги по числу обрывов, достигающих уровня 40 - 60. Из автореферата следует, что устройств автоматического перемещения электродов и поддержания параметров тока дуги в установке нет, то зажигание дуги, вероятно, производилось вручную. В этом случае удельное число обрывов зависит от скорости перемещения электрода между обрывами за время эксперимента, т.е. человеческого фактора. Можно ли в этом случае говорить об оценке стабильности горения дуги путем сопоставления между собой удельного числа обрывов?

4.3 На стр. 24 автореферата представлены графики изменения тока дуги во время плавки с использованием сплошного и полого электрода, которые визуально отличаются только цветом, поэтому - на каком основании сделан вывод о снижении пульсаций тока на 9% при использовании полых электродов и с помощью какой методики был проведен анализ графиков - необходимо уточнить.

4.4 На рис. 15 (стр.25) видно, что в начале плавки (в течение первого часа), когда дуга не закрыта шлаком, температура футеровки печи при работе на полых электродах - выше, чем при работе на сплошных электродах в среднем на 50 - 70°C. Известно, что этот период наиболее сложен для работы футеровки, с точки зрения возникающих термонапряжений. Тогда на каком основании делается вывод на стр.15 о том, что температура футеровки при работе на полых электродах снижается в среднем на 26.7°C и как автор получил эту цифру? Корректно ли использовать её для характеристики всей плавки?

4.5 В таблице 7 стр.25 потребление электроэнергии на плавку выражено в кВт, а не в кВт-ч, поэтому необходимо прокомментировать, как была получена цифра удельного расхода электроэнергии на плавку, например 912 кВт ч /т.

5. Отзыв заместителя главного инженера литейного цеха по технологии ПАО «Оскольский завод металлургического машиностроения» А.В. Климентьева содержит следующие замечания:

5.1 Результаты замеров времени расплавления металлической заготовки, представленные в таблице 5, не учитывают погрешности измерения;

5.2 В автореферате не показана экономическая эффективность от внедренных мероприятий при плавке стали.

6. Отзыв заведующего кафедрой «Технология конструкционных материалов» ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», старшего научного сотрудника, д.т.н. А.Ю. Кема содержит следующие замечания:

6.1 Из данных автореферата не ясно, имеет ли разработка технологическую новизну, защищенную патентом.

6.2 Из данных автореферата не ясно, разработан ли автором хотя бы проект технических условий на трубчатые электроды для ДСП малой и средней вместимости.

6.3 Вряд ли, на мой взгляд, научная новизна работы может характеризоваться положениями, представленными в автореферате:

- «Предложена аналитическая зависимость, которая позволит рассчитать угол отклонения электрической дуги от оси электрода в зависимости от ...»;
- «Разработана компьютерная программа цифровой обработки видеоизображений, позволяющая оценить угол отклонения электрической дуги ...».

7. Отзыв генерального директора АО «КМАРУДОРЕМОНТ» А.А. Дробышева содержит следующее замечание:

7.1 Из рисунка 4 автореферата следует, что исследование распределения мощности теплового излучения электрической дуги по поверхности стен проводилось в открытой системе (отсутствует свод), в результате чего часть энергии от электрической дуги уходило в открытую атмосферу. Все это приводит к искажению результатов эксперимента и не в полной мере отражает реальную картину распределения тепловых потоков в дуговой печи.

8. Отзыв и.о. технического директора ОАО «Стойленский ГОК» В.Н. Чакова содержит следующие замечания:

8.1 Из автореферата не ясно, за счёт чего и каким образом был установлен характер обгорания и эрозии графитированных электродов представленный на рисунке 16.

8.2 При изучении скорости расплавления металлической шихты на лабораторной электропечной установке, для получения более точных результатов необходимо было выполнить большее число опытов.

9. Отзыв главного научного сотрудника ИПУ РАН, профессора, д.т.н. З.Г. Салихова содержит следующие замечания:

9.1 В работе не представлен расчет экономической эффективности применения трубчатых электродов, в связи с чем отсутствует возможность оценить влияние данных типов электродов на себестоимость стали.

9.2 Из рисунка 3 не ясно, почему начиная с отношения $\mu = 0,3$ происходит рост угла отклонения электрической дуги.

10. Отзыв главного специалиста отдела планирования и технической экспертизы проектов модернизации производства Департамента горнорудного производства ООО УК «Металлоинвест», к.т.н. Т.В. Никитченко содержит следующие замечания:

10.1 Допущения, принятые при математическом моделировании тепловой работы дуговой сталеплавильной печи, не позволяют в полной мере описать теплообмен в реальной печи.

10.2 В таблице 1 автореферата приведенные данные расхода электродов по массе за счет окисления и эрозии рабочих торцов имеют незначительные различия, для получения более точных данных необходимо было увеличить время эксперимента.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты неоднократно публиковались в изданиях, рекомендованных ВАК по данной тематике, а ведущая организация является ведущим российским университетом, в котором работают известные ученые области металлургии.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Разработаны основы концепции повышения энергоэффективности электроплавки стали в дуговой печи с использованием трубчатых электродов, в соответствии с которой, обеспечивается снижение энергетических затрат на выплавку электростали и повышение тепловых и технологических показателей работы ДСП, а именно повышение доли тепла передаваемой ванне на 15 %, снижение доли излучения тепла на поверхность футеровки стен и свода на 9 %.

Предложена наиболее рациональная величина отношения внутреннего к внешнему диаметру трубчатого электрода равная 0,1 для трубчатых электродов, обеспечивающая снижение величины эрозии рабочих концов электродов на 9 % и повышение механической прочности на 10 %, в сравнении с ранее предлагаемой величиной равной 0,2.

Доказана перспективность применения трубчатых электродов, в сравнении с типовыми (сплошными), применение которых позволяет повысить эффективность электроплавки стали на печах малой и средней вместимости за счет снижения времени плавки и удельного расхода электроэнергии, а также увеличения срока эксплуатации футеровки.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

Доказано, что применение трубчатых электродов, в сравнении со сплошными, позволяет снизить угол отклонения электрической дуги от оси электрода с 45° до 10° . Установлено, что изменяя величину отношения внутреннего к внешнему диаметру трубчатого электрода от 0,1 до 0,35 можно обеспечить снижение угла отклонения электрической дуги от оси электрода с 20° до 10° .

Применительно к проблематике диссертации результативно **использованы** методы физического моделирования на разработанной экспериментальной установке, а также методы математического моделирования.

Изложено влияние диаметра отверстия в трубчатом электроде на характер горения электрической дуги и эксплуатационные характеристики электродов, в частности удельный расход электродов и механическая прочность.

Раскрыты закономерности распределения тепловых потоков от электрической дуги в рабочем пространстве дуговой сталеплавильной печи.

Изучено влияние трубчатых электродов на характер распределения тепловых потоков в рабочем пространстве ДСП и оценена эффективность тепловой работы печи при их использовании.

Проведена модернизация математической модели расчета распределения тепловых потоков в рабочем пространстве печи, учитывающая геометрические размеры трубчатого электрода.

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

Разработана компьютерная программа цифровой обработки видеоизображений, позволяющая оценить угол отклонения электрической дуги от оси электрода во время ее горения в рабочем пространстве дуговой печи.

Определена перспективность практического использования трубчатых электродов при выплавке стали в дуговых печах малой и средней вместимости.

Созданы практические рекомендации по использованию трубчатых электродов, а именно предложена наиболее рациональная величина отношения внутреннего к внешнему диаметру для трубчатых электродов, обеспечивающая снижение величины эрозии рабочих концов электродов на 9 % и повышение механической прочности на 10 %, в сравнении с величиной предлагаемой ранее другими авторами.

Представлены результаты промышленного использования трубчатых электродов в условиях ОАО «ОЗММ» (Белгородская обл., г. Старый Оскол), что подтверждается «Актом о технических испытаний» от 18.11.2013, выданным ОАО «ОЗММ».

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Для экспериментальных работ использовалось современное сертифицированное оборудование, измерительные приборы, методы и методики исследования, при проведении исследований распределения мощности теплового излучения электрической дуги, использовалось поверенное тепловизионное оборудование (тепловизор HotFind DXT фирмы SAT Infrared Technology (КНР)).

Теория построена на современных научных достижениях в области расчета сложного радиационного теплообмена в замкнутом объеме, разработанной и усовершенствованной ведущими учеными (А.Н. Макаровым и А.Д. Свенчанским), а также на использовании современных программных средств моделирования. Результаты моделирования согласуются с известными данными о распределении тепловых потоков излучаемых электрической дугой в свободном пространстве дуговой сталеплавильной печи.

Идея базируется на анализе практики использования трубчатых электродов на дуговых сталеплавильных печах, обобщении принципов, в соответствии с которыми отверстие в трубчатом электроде оказывает фокусирующее действие на столб электрической дуги (теоретические и экспериментальные данные Егорова А.В., Никольского Л.Е., Окорокова Н.В., Ерофеева М.М., Миляева Е.А., Микулинского А.С., Воробьева В.П., Котельникова И.А.).

Использованы выявленные ранее в различных исследованиях данные о влиянии трубчатых электродов на тепловые и технологические показатели работы ДСП, которые были расширены и уточнены автором в диссертационной работе (в частности, исследован режим горения электрической дуги, при использовании трубчатых электродов; исследованы эксплуатационные характеристики трубчатых электродов (прочность, удельный расход); исследовано влияние трубчатых электродов на характер распределения тепловых потоков в рабочем пространстве ДСП и оценена эффективность тепловой работы печи при их использовании). При анализе результатов исследования использовались современные методики сбора и обработки информации.

Установлено качественное и количественное совпадение результатов теоретических и экспериментальных исследований с результатами промышленных испытаний ДСП вместимостью 6 т Открытого акционерного общества «Оскольский завод металлургического машиностроения».

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии на всех этапах в процессе подготовки диссертационной работы, в том числе, проведении сбора и анализа научной литературы, формулировании цели и задач исследования, проведении поиска методов и их обоснование для решения поставленных задач, выполнении экспериментальных исследований, разработке математических моделей, алгоритмов и программ, проведении необходимых расчетов, статистической обработке, обобщении и анализе полученных данных, подготовке публикаций по результатам исследования.

Диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, в которой получены данные, имеющие существенное значение для металлургической промышленности, а именно, доказано, что применение трубчатых электродов, в сравнении с типовыми (сплошными), позволяет повысить эффективность электроплавки стали на печах малой и средней вместимости за счет снижения времени плавки и удельного расхода электроэнергии, а также увеличения срока эксплуатации футеровки. На основании чего диссертационный совет принял решение присудить Ткачеву Александру Сергеевичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 22 человек, из них 8 докторов наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов», участвовавших в заседании, из 25 человек,

входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени 22, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель диссертационного совета

Д 212.132.02, проф., д.т.н.

Белов Владимир Дмитриевич

Ученый секретарь диссертационного

совета Д 212.132.02, доц., к.т.н.

Колтыгин Андрей Вадимович

24.11.2016 г.

