

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.285.04 НА БАЗЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО 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 09 марта 2017 г., № 2

О присуждении Меркушкину Евгению Анатольевичу, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Взаимосвязь состава и структуры аустенитных азотсодержащих сталей с коррозионными и механическими свойствами» по специальности 05.16.01 – Metallovedenie i termicheskaya obrabotka metalliv i splavov принята к защите 22.12.2016 г., протокол № 22 диссертационным советом Д 212.285.04 на базе ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России; 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19; созданным приказом Минобрнауки России № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель, Меркушкин Евгений Анатольевич, 1989 года рождения.

В 2012 году соискатель окончил ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению «Материаловедение и технология новых материалов»; в 2016 г. окончил очную аспирантуру ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по специальности 05.16.01 – Metallovedenie i termicheskaya obrabotka metalliv i splavov; работает в должности инженера кафедры «Материаловедение»

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

Диссертация выполнена на кафедре «Металловедение» ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент, Березовская Вера Владимировна, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», кафедра «Металловедение», профессор.

Официальные оппоненты:

**Яковлева Ирина Леонидовна**, доктор технических наук, старший научный сотрудник, ФГБУН Институт физики металлов им. М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук (г. Екатеринбург), лаборатория физического металловедения, главный научный сотрудник;

**Калинин Григорий Юрьевич**, доктор технических наук, доцент, ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов «Прометей» (г. Санкт-Петербург), Научно-производственный комплекс № 3 «Корпусные стали и наноматериалы», лаборатория «Металловедение сталей со специальными физическими свойствами», начальник лаборатории,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБУН Институт машиноведения Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург – в своем положительном заключении, подписанном Горкуновым Эдуардом Степановичем, доктором технических наук, академиком РАН, руководителем Отдела физических проблем машиностроения, главным научным сотрудником лаборатории технической диагностики, Пугачевой Наталией Борисовной, доктором технических наук, доцентом, ведущим научным сотрудником лаборатории микромеханики материалов, и Мясниковой Мариной Валерьевной, кандидатом технических наук, научным сотрудником лаборатории микро-

механики материалов, указала, что диссертация Меркушкина Е.А. является завершенной научно-квалификационной работой, в которой получены новые результаты, совокупность которых можно квалифицировать как решение важной, имеющей значение для развития металловедения и термической обработки сталей, научной задачи оптимизации химического состава и условий формирования методами термической и деформационной обработки в аустенитных азотистых сталях структурного состояния, обеспечивающего повышенные характеристики коррозионной стойкости и механических свойств.

Диссертационная работа Меркушкина Е.А. соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Меркушкин Евгений Анатольевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Соискатель имеет 37 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 33 работы, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 4.

Другие публикации по теме диссертации представлены в виде 2 статей в научных журналах; 17 статей и 8 тезисов докладов на международных (19) и всероссийских (6) научных конференциях; 2 учебно-методических разработок. Общий объем публикаций – 12,9 п.л., авторский вклад – 6,1 п.л.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

**Статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах, определенных ВАК:**

1. Меркушкин Е. А. Исследование структуры, механических и коррозионных свойств новых высокоазотистых Cr-Mn-сталей с молибденом / В. В. Березовская, Р. А. Саврай, Е. А. Меркушкин, В. А. Макаров // *Металлы*. 2012. №3. С. 31-39 (0,6 п.л./ 0,3 п.л.).

2. Меркушкин Е. А. Влияние деформации на структуру, механические и коррозионные свойства высокоазотистой аустенитной стали 07X16AG13M3

/ В. В. Березовская, М. С. Хадыев, Е. А. Меркушкин, Ю. А. Соколовская // *Металлы*. 2013. №6. С. 54-62 (0,6 п.л./ 0,2 п.л.).

3. Меркушкин Е. А. TWIP-эффект в безникелевых высокоазотистых аустенитных Cr-Mn-сталях / В. В. Березовская, Р. З. Валиев, Ю. А. Расковалова, Е. А. Меркушкин // *Металловедение и термическая обработка металлов*. 2015. №11. С. 20-26 (0,4 п.л./ 0,1 п.л.).

4. Меркушкин Е. А. Прогнозирование коррозионных свойств высокоазотистых аустенитных сталей на основе корреляционного уравнения потенциала питтингообразования / Е. А. Меркушкин, В. В. Березовская, М. О. Шпайдель // *Материаловедение*. 2016. №10. С. 3-5 (0,2 п.л./ 0,1 п.л.).

На автореферат поступили положительные отзывы от:

1. Попова Владимира Владимировича, доктора технических наук, профессора, главного научного сотрудника, заведующего лабораторией диффузии ФГБУН Институт физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург. Содержит замечания: 1) почему автор ожидал появления в аустенитной стали после РКУП продуктов мартенситного превращения; 2) не понятно, анализировал автор надежность термодинамических параметров в использованной при расчетах базе данных. Кроме того, в автореферате не указана возможность образования каких фаз учитывалась при расчетах; 3) не очень хорошо вычитан текст.

2. Гущиной Натальи Викторовны, кандидата физико-математических наук, старшего научного сотрудника лаборатории пучковых воздействий ФГБУН Институт электрофизики Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург. Содержит замечания: 1) в тексте автореферата отсутствует объяснение, с чем связано повышение питтигостойкости ВАС при определенном соотношении концентрации углерода и азота; 2) исследовались ли в работе другие виды коррозии высокоазотистых аустенитных сталей.

3. Потехина Бориса Алексеевича, доктора технических наук, профессора кафедры «Технология металлов» ФГБОУ ВО «Уральский государ-

ственный лесотехнический университет», г. Екатеринбург. Без замечаний.

4. Коршунова Льва Георгиевича, доктора технических наук, главного научного сотрудника лаборатории физического металловедения ФГБУН Институт физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург. Содержит замечания: 1) в автореферате диссертации отсутствует обоснование целесообразности использования в качестве основного материала исследования стали 06X18AG19M2, легированной столь значительным количеством молибдена; одним из режимов термообработки исследуемых закаленных сталей было старение при 300°C (стр. 12, время старения не приведено). Не ясно, какие структурно-фазовые превращения в стали 06X18AG19M2 ожидал обнаружить автор, выбирая столь низкую температуру старения.

5. Дорофеева Геннадия Алексеевича, доктора физико-математических наук, старшего научного сотрудника, главного научного сотрудника отдела структурно-фазовых превращений ФГБУН Физико-технический институт Уральского отделения Российской академии наук, г. Ижевск. Содержит замечания: 1) один из основных результатов работы – установление критерия повышенной коррозионной стойкости сталей при совместном легировании углеродом и азотом: суммарное содержание (C+N) выше 0,5 и соотношение концентраций C/N ниже 1/2. И он достоверно следует из проведенного в работе анализа. Однако в разделе Научная новизна автореферата читаем: «Определены соотношения концентраций углерода и азота в аустенитных коррозионностойких сталях, при которых сопротивление питтинговой коррозии повышается:  $(C+N) > 0,5 \%$ ,  $C/N > 1/2$ ». Здесь, по-видимому, досадная опечатка; 2) на рис. 5 представлен политермический разрез расчетной равновесной фазовой диаграммы стали 06X18AG19M2. Но в экспериментальных исследованиях (просвечивающая электронная микроскопия) этой стали в различных состояниях автором были обнаружены такие фазы как мононитрид хрома CrN и нитрид молибдена Mo<sub>2</sub>N, которые отсутствуют в фазовой диаграмме. Чем автор мог бы объяснить появление этих, вероятно,

неравновесных фаз? 3) очевидно, что уравнение регрессии для граничного потенциала питтинговой коррозии  $E_b$  справедливо в определенном концентрационном интервале легирования. Следовало бы указать эти интервалы.

6. Чумлякова Юрия Ивановича, доктора физико-математических наук, профессора, заведующего лабораторией физики высокопрочных кристаллов Сибирского физико-технического института, и Киреевой Ирины Васильевны, доктора физико-математических наук, главного научного сотрудника лаборатории физики высокопрочных кристаллов Сибирского физико-технического института ФГАОУ ВО «Томский государственный университет», г. Томск. Без замечаний.

7. Ильина Алексея Витальевича, доктора технических наук, заместителя генерального директора, и Мушниковой Светланы Юрьевны, кандидата технических наук, начальника сектора «Коррозионные испытания конструкционных сталей» ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов «Прометей», г. Санкт-Петербург. Содержит замечание: нечетко описан метод испытаний и оценки сопротивляемости коррозионному растрескиванию под напряжением.

8. Караваевой Марины Владимировны, кандидата технических наук, доцента, доцента кафедры материаловедения и физики металлов ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет», г. Уфа. Содержит замечания: 1) результаты исследования показали, что старение при температурах 300°C и 500°C не оказывает влияния на коррозионную стойкость (стр. 12-13 автореферата). Однако на стр. 15 говорится, что после старения при 500°C наблюдали выделения частиц CrN, что должно было повлиять на стойкость против коррозии; 2) на стр. 17 и в выводе 4 упоминается термин «мегапластическая деформация», который не является общепризнанным. Между тем, его объяснения в автореферате нет; 3) очень интересно, что «...потенциал питтингообразования стали (06X18AG19M2) ...превосходит сталь 09X18H10T ... даже при  $e=7,2$ ». Однако в автореферате этот факт никак не объясняется; 4) для адекватного заключения о влия-

нии РКУП на коррозионную стойкость было бы полезно привести свойства стали как на воздухе, так и в агрессивной среде после различной степени РКУП.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью и широкой известностью своими достижениями в области физического металловедения, наличием публикаций, связанных с изучением структуры, фазовых превращений и свойств легированных сталей и, в частности, высокоазотистых сталей, а также с модификацией структуры и свойств сплавов при интенсивной пластической деформации.

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

- **предложен** подход к оценке питтингостойкости аустенитных коррозионностойких сталей с помощью полученного в работе уравнения зависимости граничного потенциала  $E_b$  от химического состава сталей;

- **доказано**, что сталь 06X18AG19M2 при РКУП сохраняет стабильность к распаду и мартенситным превращениям; распределение дислокаций имеет в основном хаотичный характер без выраженной блочности, измельчение структуры происходит преимущественно за счет деформационного двойникования.

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

- **изучены** структура, фазовый состав и особенности фазовых превращений при нагреве высокоазотистой стали 06X18AG19M2 в широком интервале температур (20–1200°C);

- **доказано**, что для высокоазотистой стали 06X18AG19M2 более высокими коррозионными свойствами обладает структура аустенита с нанодисперсными нитридами CrN. Наличие на границах зерен аустенита выделений нитридов молибдена,  $\sigma$ -,  $\chi$ -фаз и/или неоднородности химического состава после их растворения приводит к понижению коррозионных свойств;

- **обоснованы** соотношения концентраций углерода и азота в аустенитных коррозионностойких сталях, при которых сопротивление питтинговой коррозии повышается:  $(C+N) > 0,5 \%$  и  $C/N < 1/2$ .

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

- **разработан** режим упрочняющей обработки высокоазотистой стали 06X18AG19M2 путем закалки от 1100-1150°C и старения при 500°C и даны практические рекомендации по его использованию для бандажных колец ВКИА 711-171-015 турбогенератора ТФ-80-2 УХЛЗ на предприятии ОАО «Уралэнергоремонт», на что получен акт внедрения;

- **представлено** уравнение зависимости граничного потенциала питтинговой коррозии от химического состава аустенитных коррозионностойких сталей с азотом, позволяющее прогнозировать коррозионные свойства и оптимизировать состав сталей;

- результаты работы использованы в учебно-методическом пособии «Питтинговая коррозия» по курсу «Теория коррозии, коррозионностойкие материалы и покрытия» для студентов, обучающихся по направлению «Материаловедение и технологии материалов» ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина».

**Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:** экспериментальные результаты получены на современном оборудовании, показана воспроизводимость результатов исследования, теория построена на известных фактах, согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации, использованы современные методики сбора и обработки исходной информации.

**Личный вклад соискателя** состоит в проведении электрохимических исследований и механических испытаний сталей на современном оборудовании; участии в постановке задач эксперимента и комплексных исследованиях структуры, анализе полученных результатов; а также в подготовке публикаций по результатам исследования.

Диссертация Меркушкина Е.А. соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненного автором исследования изложено новое решение актуальной научной задачи установления влияния химического состава и структуры на свойства сталей, позволяющее получить комплекс высоких коррозионных и физико-механических свойств в аустенитных азотистых сталях путем оптимизации состава и режимов комбинированной упрочняющей обработки, и имеющее значение для развития металлургии.

На заседании 09.03.2017 г. диссертационный совет принял решение присудить Меркушкину Е.А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 19, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель  
диссертационного совета

Попов Артемий Александрович

И.о. ученого секретаря  
диссертационного совета Д 212.285.04.  
член совета (приказ ректора УрФУ  
от 30.11.2016 г. № 6907/04)

Лобанов Михаил Львович

09.03.2017 г.