

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.285.04 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 24 декабря 2015 г., № 35

О присуждении Левиной Анне Владимировне, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Формирование структуры, фазового состава и свойств при термическом и деформационном воздействии аустенитно-ферритной стали 03X14H10K5M2Ю2T для упругих элементов» по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов принята к защите 21.10.2015 г., протокол № 25 диссертационным советом Д 212.285.04 на базе ФГАОУ ВПО «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, Левина Анна Владимировна, 1990 года рождения.

В 2012 году соискатель окончила ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина» по специальности «Материаловедение в машиностроении»; обучается в очной аспирантуре ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина» по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов (с 01 июля

2012 г. по настоящее время); предполагаемый срок окончания аспирантуры 01.07.2016 г.; работает в должности младшего научного сотрудника кафедры «Металловедение» ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

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

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, Мальцева Людмила Алексеевна, ФГАОУ ВПО «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 имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, лаборатория физического металловедения, главный научный сотрудник,

Потехин Борис Алексеевич, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», г. Екатеринбург, кафедра «Технология металлов», профессор,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ОАО «Уральский институт металлов», г. Екатеринбург – в своем положительном заключении, подписанном Смирновым Леонидом Андреевичем, доктором технических наук, академиком РАН, профессором, научным руководителем института, Добужской Алиной Борисовной, кандидатом технических наук, заведующей лабораторией «Металловедения и термообработки», и Селетковым Александром Игнатьевичем, кандидатом технических наук, ученым секретарем научно-технического совета, отмечает, что диссертационная работа Левиной А.В. является завершенной научно-квалификационной работой, обладающей научной и практической значимостью, в которой

решается актуальная задача расширения возможных областей применения исследуемой аустенитно-ферритной стали для упругих элементов. Изменения структуры, фазового состава под действием термических обработок и деформационного воздействия при различных схемах нагружения в этой работе были направлены на повышение прочностных, упругих и релаксационных свойств ленты и проволоки для упругих элементов приборов и изделий медицинской промышленности. Получены новые результаты, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение в области научных и экспериментальных исследований фазовых и структурных превращений гетерофазных высоколегированных сталей. Работа выполнена на высоком научном уровне.

Диссертационная работа Левиной А.В. соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Содержание работы соответствует специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов, а ее автор, Левина А.В. заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01. – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Соискатель имеет 22 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации 20 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 4.

Другие публикации по теме диссертации представлены в виде 2 патентов РФ на изобретение, 8 статей, опубликованных в сборниках материалов международных научных конференций. Общий объем публикаций – 3,725 пл., авторский вклад – 1,25 пл.

Наиболее значительные работы по теме диссертации:

**Статьи**, в рецензируемых научных журналах:

1. Левина А.В. Влияние сдвиговой деформации при высоком давлении на структуру и свойства аустенитно-ферритной стали 03X13H10K5M2Ю2Т / А.В. Левина, Л.А. Мальцева, А.А. Архангельская, Ю.Н. Логинов, Т.В.

Мальцева // *Металловедение и термическая обработка металлов*. - 2015. - № 6 (720). - С. 13-21. ISSN 0026-0819 (0,38 п.л./0,16 п.л.)

2. Левина А.В. Проволока из высокопрочных коррозионно-стойких сталей для композиционных материалов с матрицей из алюминиевых сплавов / А.В. Левина, Л.А. Мальцева, Д.С. Тюшляева, М.П. Третникова, В.А. Мальцев // *Известия Вузов. Цветные металлы. Спецвыпуск*. - 2015. - С. 40-45. ISSN 0021-3438 (0,25 п.л./0,10 п.л.).

3. Левина А.В. Влияние легирования и термопластической обработки на фазовый состав и свойства коррозионно-стойких сталей с метастабильным аустенитом / А.В. Левина, Л.А. Мальцева, В.А. Шарапова, Т.В. Мальцева, С.В. Гладковский // *Металловедение и термическая обработка металлов*. - 2011. - № 11 (677). - С. 17-23 (0,29 п.л./0,12 п.л.).

4. Levina A.V. The effect of intense external influences on the structure and properties of alloys / A.V. Levina, T.V. Maltseva, L.A. Maltseva, N.N. Ozerets, V.A. Sharapona // *La Metallurgia Italiana*. – 2013. - No. 1-12. - P.33-36 (0,25 п.л./0,10 п.л.).

#### **Патенты:**

1. Патент № 2522914 Российская Федерация, МПК С22С 38/52(50). Аустенитно-ферритная сталь с высокой прочностью [Текст] / Мальцева Л.А., Мальцева Т.В., Левина А.В., Шарапова В.А., Третникова М.П.; Заявитель и патентообладатель федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (RU). - № 2013108764/02; заявл. 27.02.2013; опубл. 20.07.2014. Бюл. № 20. - 6 с.

2. Патент № 2542221 Российская Федерация, МПК С22С 47/08(02). Способ получения цилиндрической заготовки в виде прутка из металлического армированного композиционного материала [Текст] / Левина А.В., Мальцева Л.А., Логинов Ю.Н., Мальцева Т.В., Тюшляева Д.С.; Заявитель и патентообладатель федеральное государственное автономное

образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (RU). - № 2013129193/02; заявл. 25.06.2013; опублик. 20.02.2015. Бюл. №5. - 6 с.

На автореферат поступили положительные отзывы от:

1. Козлова Эдуарда Викторовича, д-ра физ.-мат. наук, профессора, заведующего кафедрой физики, и Коневой Нины Александровны, д-ра физ.-мат. наук, профессора кафедры физики ФГБОУ ВПО «Томский государственный архитектурно-строительный университет», г. Томск. Замечаний нет.

2. Скворцова Александра Ивановича, д-ра техн. наук, профессора, научного руководителя проблемной лаборатории «Металлические материалы с высокими вибропоглощающими свойствами», профессора кафедры «Материаловедение и основы конструирования» ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», г. Киров. Замечаний нет.

3. Соболя Олега Валентиновича, д-ра физ.-мат. наук, профессора, заведующего кафедрой материаловедения Национального технического университета «Харьковский политехнический институт», г. Харьков.

Замечания:

- Требуют уточнения значения периодов решеток ОЦК и ГЦК фаз в зависимости от степени деформации, приведенные в таблице 2 на стр. 11.

- Дискуссионной является интерпретация электронно-микроскопических изображений, представленных на рис. 3, стр. 12.

- Недостаточное структурное обоснование получили результаты исследований процессов старения, приведенные в шестой главе, например, рис. 11 стр.22.

4. Крапошина Валентина Сидоровича, д-ра техн. наук, профессора кафедры «Материаловедение» ФГБОУ ВПО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана», г. Москва. Замечание:

- В автореферате указано, что при степенях деформации до 40%

деформации дельта-феррита не происходит, а при увеличении степени деформации выше 80% происходит искривление межфазных границ аустенит/дельта-феррит и увеличение плотности дислокаций в дельта-феррите. При этом остается неясным, что обеспечивает деформацию до степени 40%, неужели только искривление межфазных границ?

5. Салищева Геннадия Алексеевича д-ра техн. наук, профессора, руководителя лаборатории объемных наноструктурных материалов ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород. Замечание:

- На стр. 18 автореферата: «Предварительно перестаренное исходное состояние (закалка + старение 650 °С, 1 ч) привело к изменению соотношения фаз  $\delta$ -феррита и аустенита в сторону увеличения количества последнего, что привело при последующей сдвиговой деформации ( $e \sim 30$ ) к появлению фрагментированной структуры со средним размером ее элементов 45 нм (на рисунке 9, з).» Вопрос: Каким образом изменение соотношения фаз с увеличением доли аустенита способно привести при деформации к формированию фрагментированной структуры? Что имелось ввиду?

6. Ковенского Ильи Моисеевича, д-ра техн. наук, профессора, заведующего кафедрой материаловедения и технологии конструкционных материалов ФГБОУ ВО «Тюменский государственный нефтегазовый университет», г. Тюмень. Замечаний нет.

7. Бродовой Ирины Григорьевны, д-ра техн. наук, профессора, главного научного сотрудника лаборатории цветных сплавов ФГБУН Институт физики металлов имени М.Н. Михеева УрО РАН, г. Екатеринбург. Замечание:

- Из автореферата не ясно, почему изменение формы упорядоченной фазы В2 от сферической к кубоидной сопровождается увеличением несоответствия периодов ее решетки с решеткой матрицы (стр. 18).

8. Гузанова Бориса Николаевича, д-ра техн. наук, профессора, заведующего кафедрой металлургии, сварочного производства и методики профессионального обучения ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет», г. Екатеринбург.

Замечание:

- С чем связана обнаруженная замена сферической формы интерметаллидных частиц (Fe, Ni)Al на кубоидные в процессе деформации под высоким давлением со сдвигом? Если при этом объёмная доля вторичных фаз сохраняется, то, как форма частиц влияет на комплекс свойств стали?

9. Валиева Руслана Зуфаровича, д-ра физ-мат. наук, профессора, заведующего кафедрой нанотехнологий, директора Института физики перспективных материалов, ФГБУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет», г. Екатеринбург. Замечания:

- При исследовании структурных изменений сложнолегированной стали при растяжении, сжатии и волочении не проведен анализ эволюции параметров частиц вторичных интерметаллидных фаз, выделение и растворение которых в процессе термического и деформационного воздействия может оказывать значительное влияние на свойства.

- При деформации со сдвигом были определены величины осевой деформации сжатия, по отношению к которой в автореферате сказано: «несмотря на то, что эти величины (деформации\*) оказались небольшими, пренебрегать ими в дальнейшем не стали». Однако далее в тексте нет упоминания о том, где и как были учтены эти деформации.

- Не понятно, какие результаты продемонстрировало моделирование в системе ABAQUS, и что именно моделировали?

- В пятой главе сказано, что «В  $\delta$ -феррите присутствует выделившаяся ранее фаза типа B2, которая в результате деформации при высоких давлениях со сдвигом приобретает кубоидную форму». Из данных автореферата не следует, что именно деформация приводит к изменению формы (или только

формы) частиц. На рисунке 9, а (структура стали, полученная при воздействии давления без сдвига) частицы не наблюдаются совсем, на рисунке 3, б (структура стали после волочения) частицы сферические, но значительно меньшего размера, чем после сдвига под давлением. Возможно, изменение формы связано с увеличением размера?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью и широкой известностью своими достижениями в области металловедения, наличием публикаций, связанных с изучением структуры и свойств легированных сталей, а также с исследованием влияния термической и термомеханической обработки легированных сталей и сплавов на свойства.

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

**показана** последовательность микроструктурных изменений при деформации двухфазной стали 03X14H10K5M2Ю2Т независимо от схемы нагружения:

а) деформация в аустенитной фазе приводит к формированию микродвойников, дислокационно-ячеистой фрагментированной структуры, а затем мартенсита деформации;

б) фрагментация  $\delta$ -феррита не происходит до высоких степеней деформации;

**установлено** изменение морфологии частиц интерметаллидной фазы (Fe,Ni)Al аустенитно-ферритной стали 03X14H10K5M2Ю2Т со сферической формой в исходном состоянии до более равновесной кубоидной в результате сдвига под высоким давлением;

**выявлено**, что аустенитно-ферритная сталь в закаленном состоянии имеет высокую ударную вязкость, конструктивную прочность, низкую склонность к хрупкому разрушению и вязкий излом вплоть до криогенных температур;

**доказано**, что структура исследуемой стали является термически

стабильной в широком интервале температур, от жидкого азота до 500 °С;

**установлены** высокие значения условного предела упругости и высокая релаксационная стойкость до 400° С, 50 ч, что позволяет считать исследуемую сталь перспективной в качестве материала для высоконагруженных теплостойких пружин и упругих элементов.

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

**выявлены** закономерности структурообразования, формирования фазового состава и свойств аустенитно-ферритной стали на основных этапах термической и деформационных обработок (при различных схемах нагружения) в широком интервале температур. Полученные закономерности имеют фундаментальную ценность для развития области материаловедения, связанной с разработкой новых металлических материалов и методов их обработки.

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

**разработаны** практические рекомендации, которые использованы при разработке технологии получения высокопрочной проволоки тонких сечений, предназначенной для упругих элементов и стержневого медицинского инструмента, а также упрочнителей композиционных материалов с матрицей из алюминиевого сплава;

**определены** оптимальные условия пластической деформации исследуемой аустенитно-ферритной стали 03X14H10K5M2Ю2Т и режимы температурно-деформационной обработки, обеспечивающие максимально высокие прочностные и упругие свойства для разных типоразмеров проволоки. Изготовлена опытная партия проволоки разных типоразмеров и проведены успешные полупромышленные испытания в ООО «Медтехника» г. Казань.

**Оценка достоверности результатов исследования** обеспечивается воспроизводимостью результатов опытов, согласованием их с известными

литературными данными, применением комплекса современных методов исследования, измерительных приборов и металловедческих методик;

**использованы** сравнения авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике;

**установлено**, что результаты автора не противоречат общепринятым теориям и результатам, представленным в независимых источниках по данной тематике.

**Личный вклад соискателя** состоит в непосредственном участии в постановке цели и задач, подготовке объектов исследования, в планировании и проведении эксперимента, обработке, анализе и обсуждении результатов, формулировании выводов; все этапы экспериментальных исследований выполнены при активном участии автора. Автор принимал непосредственное участие в написании основных публикаций по теме исследования.

На заседании 24.12.2015 г. диссертационный совет принял решение присудить Левиной А.В. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 18, против – нет, недействительных бюллетеней – 2.

Председатель  
диссертационного совета



Попов Артемий Александрович

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
24.12.2015 г.



Мальцева Людмила Алексеевна