

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 12.12.2014 г. № 13

О присуждении Федоренко Ольге Николаевне, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Структурные особенности и свойства пружинных сталей, подвергнутых фрикционному деформированию» по специальности 05.16.09 – Материаловедение (машиностроение) принята к защите 26 сентября 2014 г., протокол № 7 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, Федоренко Ольга Николаевна, 1987 года рождения.

В 2009 году окончила ГОУ ВПО «Уральский государственный технический университет – УПИ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»; в 2014 г. окончила очную аспирантуру ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по специальности 05.16.09 – Материаловедение (машиностроение); работает в должности ассистента кафедры металловедения Института материаловедения и металлургии ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный

университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

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

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, Барз Владислав Рувимович, ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Институт материаловедения и металлургии, кафедра металловедения, профессор.

**Официальные оппоненты:**

**Коршунов Лев Георгиевич**, доктор технических наук, старший научный сотрудник, ФГБУН «Институт физики металлов им. М.Н. Михеева» УрО РАН, лаборатория физического металловедения, главный научный сотрудник;

**Саврай Роман Анатольевич**, кандидат технических наук, ФГБУН Институт машиноведения УрО РАН, лаборатория конструкционного материаловедения, заведующий лабораторией, дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** – ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», г. Екатеринбург – в своем положительном заключении, подписанном Потехиным Борисом Алексеевичем, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Технология металлов» и утвержденным Залесовым Сергеем Вениаминовичем, доктором сельскохозяйственных наук, профессором, проректором по научной работе, указала, что диссертация Федоренко Ольги Николаевны по актуальности, объему выполненных исследований и практической значимости полученных результатов соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от

24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Федоренко Ольга Николаевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (машиностроение).

Соискатель имеет 19 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации – 19; работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, 5. Другие публикации представлены в виде 1 статьи в научном журнале, 9 статей в сборниках научных трудов и материалов международных конференций, 3 статей в сборниках научных трудов и 1 статьи в сборнике материалов Уральской школы металловедов-термистов. Общий объем опубликованных работ – 3,5 п.л., авторский вклад – 1,3 п.л.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

1. **Федоренко (Минеева), О.Н.** Особенности фрикционного упрочнения аустенитной стали с нестабильной  $\gamma$ -фазой / В.Р. Бараз, Б.Р. Картак, О.Н. Минеева (Федоренко) // Металловедение и термическая обработка металлов. – 2010. – № 10. – С. 20-22.

2. **Федоренко (Минеева), О.Н.** Особенности формирования нанокристаллических структур и свойства упругих элементов в условиях интенсивного фрикционного воздействия / О.Н. Минеева (Федоренко), В.Р. Бараз // Вестник Тамбовского университета. – 2010. – Т. 15. – Вып. 3. – С. 975-977.

3. **Федоренко, О.Н.** Влияние деформации трением на структуру и свойства метастабильной аустенитной хромоникелевой стали / В.Р. Бараз, О.Н. Федоренко // Деформация и разрушение материалов. – 2011. – № 12. – С. 15-18.

4. **Федоренко, О.Н.** Определение оптимального режима деформационного упрочнения металлической ленты в условиях трения

скольжения / Б.Р. Картак, В.Р. Бараз, О.Н. Федоренко // Деформация и разрушение материалов. – 2014. – №1. – С.32-36.

5. **Федоренко, О.Н.** Влияние деформации трением на структуру и свойства пружинной стали мартенситного класса / В.Р. Бараз, О.Н. Федоренко, М.С. Хадыев, С.М. Задворкин // Металловедение и термическая обработка металлов. – 2014. – № 4. – С. 40-43.

На автореферат поступили положительные отзывы:

1. От заведующего лабораторией прочности ФГБУН «Институт физики металлов им. М.Н. Михеева», г. Екатеринбург, д-ра техн. наук Волкова Алексея Юрьевича. Содержит замечания: 1) диссертант не обращает должного внимания на структуру и свойства приповерхностных слоев. В то же время, обработка материалов на предложенной в диссертации экспериментальной установке в основном вносит изменение именно в приповерхностные слои обрабатываемых лент. Однако, целенаправленного изучения структуры и свойств этих слоев и их сравнения с основным объемом материала в работе не проводилось; 2) значительная фрагментация структуры подтверждается не только фотографиями микроструктуры в «темных полях», но и практически кольцевыми микродифракциями (рис. 7б), на что диссертант почему-то не обращает внимания.

2. От заведующего кафедрой «Металлургия и сварочное производство» ФГАОУ ВПО «Российский государственный профессионально-педагогический университет», г. Екатеринбург, д-ра техн. наук, профессора Гузанова Бориса Николаевича. Содержит вопросы: 1) показано, что варьирование изученными параметрами фрикционной обработки (давлением, радиусом инденторов, числом проходов) позволяет в итоге обеспечить весьма сильный деформационный наклеп ленточной заготовки. Однако возможны ли технологические ограничения указанных факторов, позволяющих избежать возможных негативных проявлений (низкое качество поверхности вследствие микрорезания, прилипания)?; 2) какова глубина

формирования фрагментированной структуры по сечению ленты? Если не сквозная, то как влияет на свойства глубина проникновения наноструктурного состояния в исследованных сталях?

3. От профессора кафедры «Материаловедение, технологии материалов и термическая обработка металлов» ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», г. Нижний Новгород, д-ра техн. наук, профессора Скуднова Вениамина Аркадьевича. Замечание: в п. 6 выводов по работе автор указывает, что «наиболее существенное влияние на деформационный наклеп оказывает величина радиуса индентора, а также давление в зоне контакта», но не приводит связь размеров радиуса индентора, размеров очага деформации, соотношение давления и предела упругости, от которых зависит проработка структуры, условия возможного разрушения, качество изделия и универсальность технологии при распространении результатов работы на другие объекты.

4. От профессора кафедры «Нанотехнологии, материаловедение и механика» ФГБОУ ВПО «Тольяттинский государственный университет», г. Тольятти, д-ра техн. наук, профессора Клевцова Геннадия Всеволодовича. Содержит вопросы: из автореферата не очень понятно, определялась ли глубина наклепанного слоя металла после различных способов фрикционного деформирования поверхности образцов? Делалась ли попытка связать данную глубину с механическими свойствами материалов, полученными после фрикционного деформирования поверхности? Учитывался ли локальный разогрев материала?

5. От профессора кафедры «Материаловедение» ФГБОУ ВПО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана», г. Москва, д-ра техн. наук, профессора Крапошина Валентина Сидоровича. Содержит замечание: в качестве объектов сравниваются стали аустенитного и мартенситного классов, принципиальным отличием здесь наряду с типом

кристаллической решетки является выделение карбидной фазы при отпуске мартенсита. К сожалению, морфологии выделяющейся карбидной фазы и ее влиянию на конечные свойства сталей в работе не уделено достаточно внимания (хотя карбиды в диссертации, разумеется, наблюдали).

6. От заведующего кафедрой «Материаловедение и технология конструкционных материалов» ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет», г. Тюмень, д-ра техн. наук, профессора Ковенского Ильи Моисеевича. Содержит замечания и рекомендации: 1) к сожалению, в автореферате отсутствуют результаты об апробации в промышленных условиях; 2) не указан разброс результатов усталостных испытаний; 3) в описании результатов эксперимента не показано влияние скорости прохождения ленточного образца через инденторы; 4) можно рекомендовать автору запатентовать предложенный способ поверхностной фрикционной обработки тонкой ленты из сталей мартенситного и аустенитного классов

7. От главного научного сотрудника лаборатории цветных сплавов ФГБУН «Институт физики металлов им. М.Н. Михеева», г. Екатеринбург, д-ра техн. наук, профессора Бродовой Ирина Григорьевны. Содержит вопрос: на стр. 12, 13 утверждается, что более заметное влияние фрикционной обработки на релаксационную стойкость закаленной стали 70С2ХА проявляется при температуре 300<sup>0</sup>С, но объяснения этого результата в автореферате нет. Меняется ли структура стали при повышении температуры релаксации от 250 до 300<sup>0</sup>С?

8. От профессора кафедры «Литейное производство и материаловедение» ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.Носова», г. Магнитогорск, д-ра техн. наук Емелюшина Алексея Николаевича. Содержит замечание: из автореферата не понятно, почему фрикционное деформирование образцов из сталей 70С2ХА и У9Ф производилось перед заключительной термообработкой – отпуском.

9. От заведующего кафедрой «Физическое металловедение и физика твердого тела» ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (Национальный исследовательский университет), г. Челябинск, д-ра техн. наук, профессора Корягина Юрия Дмитриевича. Без замечаний.

10. От заведующего кафедрой «Материаловедение и технологии новых материалов» ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет», г. Комсомольск-на-Амуре, д-ра техн. наук, профессора Кима Владимира Алексеевича. Содержит замечания: 1) научная новизна диссертационной работы не отражает истинных научных достижений и больше напоминает выводы. Тем более, что в работе есть что показать как с научной, так и с практической точки зрения; 2) в автореферате не отражены триботехнические режимы фрикционного деформирования, степень деформации и контактная температура; 3) факторное планирование и получение уравнения регрессии не имеют логического завершения, связанного с оптимизацией процесса. В работе вполне можно было бы обойтись без него.

11. От доцента кафедры «Сварочное, литейное производство и материаловедение» ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет», г. Пенза, канд. техн. наук Головановой Нины Васильевны. Замечания: 1) в автореферате не показаны области применения и внедрения опробированной технологии; 2) не показана доля участия автора в столь обширном исследовании.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой научной компетентностью и широкой известностью в данной области науки, наличием публикаций, связанных с изучением фрикционной обработки материалов, а также в области исследований структурных изменений, прочности и трибологических свойств этих материалов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **впервые применен** метод поверхностного фрикционного упрочнения для обработки пружинных сталей различного структурного классов (мартенситного и аустенитного) для улучшения важнейших эксплуатационных свойств – прочностных, усталостных, релаксационных;
- **установлены** возможности формирования в этих материалах высоко фрагментированной структуры нанокристаллического масштаба;
- **разработан** способ фрикционного упрочнения длинномерных ленточных изделий по схеме «скользящая заготовка – неподвижный индентор»;
- **обоснованы** пути оптимизации указанного технологического процесса.

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

- применительно к проблематике диссертации **эффективно использован** комплекс существующих базовых методов исследования, таких как: металлографический, рентгеноструктурный методы, просвечивающая электронная микроскопия, механические испытания на перегибы, определение условного предела упругости методом чистого изгиба, измерение микротвердости, усталостные и релаксационные испытания, оценка сопротивления повторному нагружению;
- **доказаны** положения, вносящие вклад в расширение представлений о формировании микроструктуры нанокристаллического масштаба при поверхностной фрикционной обработке пружинных материалов;
- **установлена** возможность роста прочностных, усталостных и релаксационных характеристик упругих элементов в результате фрикционной обработки;



– **построена** с помощью аналитических расчетов номограмма, позволяющая оценить условия осуществления вида деформации в зависимости от воздействующих факторов – силу на индентор в зоне контакта и радиуса индентора.

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

– **разработана** конструкция установки для деформирования длинномерных ленточных заготовок в упругопластической области путем протягивания через закрепленные инденторы-валки;

– **проведен** поиск оптимального режима фрикционного упрочнения в зависимости от давления в зоне контакта, радиуса инденторов и числа проходов, параметром оптимизации была выбрана микротвердость;

– **получена** положительная апробация предложенного способа поверхностного упрочнения при изготовлении упругих элементов (пружин) в приборостроительных устройствах специального назначения.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:**

– обсуждаемые экспериментальные данные **получены** на сертифицированном оборудовании с использованием современных материаловедческих методик, **показана** воспроизводимость результатов исследования;

– **использованы** сравнительные оценки авторских результатов и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике;

– результаты исследований, приведенные в диссертационной работе, хорошо согласуются между собой и не противоречат известным в научной литературе теоретическим представлениям и экспериментальным данным;

– **использованы** современные взаимодополняющие методики сбора, обработки и анализа исходной информации.

