

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.285.04,  
СОЗДАННОГО 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 21 июня 2018 г., № 3

О присуждении Скоробогатову Андрею Сергеевичу, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Управление формированием структуры и свойств поверхностного слоя мартенситных сталей при высокоскоростном наноструктурирующем выглаживании с теплоотводом» по специальности 05.16.09 – Материаловедение (в машиностроении) принята к защите 18.04.2018 г. (протокол заседания № 2) диссертационным советом Д 212.285.04, созданным 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, Скоробогатов Андрей Сергеевич, 1990 года рождения, в 2013 году окончил ФГБОУ ВПО «Курганский государственный университет» по специальности «Автоматизация технологических процессов и производств (в машиностроении)»; в 2017 г. окончил очную аспирантуру ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по специальности 05.16.09 – Материаловедение (в машиностроении); работает в должности инженера-материаловеда Центральной заводской лаборатории ООО «Предприятие «Сенсор», г. Курган.

Диссертация выполнена на кафедре «Термообработка и физика

металлов» Института новых материалов и технологий ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент, **Кузнецов Виктор Павлович**, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Институт новых материалов и технологий, кафедра «Термообработка и физика металлов», профессор.

Официальные оппоненты:

**Потехин Борис Алексеевич**, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», г. Екатеринбург, кафедра технологии металлов, профессор;

**Саврай Роман Анатольевич**, кандидат технических наук, ФГБУН Институт машиноведения Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, лаборатория конструкционного материаловедения, заведующий лабораторией,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБУН Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск – в своем положительном отзыве, подписанном Паниным Сергеем Викторовичем, доктором технических наук, профессором РАН, заместителем директора по научной работе, заведующим лабораторией механики полимерных композиционных материалов, указала, что диссертация Скоробогатова А.С. является завершенной научно-квалификационной работой, которая вносит существенный вклад в совершенствование процесса наноструктурирующего выглаживания поверхностного слоя мартенситных сталей при высоких скоростях скольжения индентора инструмента. Диссертация по своим целям, задачам, содержанию, методам исследования и научной новизне соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (в машиностроении).

Соискатель имеет 16 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 16 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 7 работ. Другие публикации по теме диссертации представлены в виде 1 патента РФ на изобретение и 1 патента РФ на полезную модель; 7 статей, опубликованных в сборниках трудов международных научных конференций. Общий объем публикаций – 3,1 п.л., авторский вклад – 1,2 п.л.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

**статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК:**

1. Скоробогатов А.С. Финишная технология наноструктурирующего выглаживания поверхностных слоев при обработке деталей машиностроения на многоцелевых станках / В. П. Кузнецов, В. Г. Горгоц, А. С. Скоробогатов // Нанотехника. – 2014. – №2. – С. 86-89; 0,3 п.л. / 0,1 п.л.

2. Скоробогатов А.С. Моделирование поведения кристаллита с межзеренной границей в условиях локального сдвигового нагружения / Дмитриев А. И. и др. // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – <http://www.science-education.ru/120-15953>; 0,5 п.л. / 0,1 п.л.

3. Skorobogatov A. S. Mathematical Model of Thermal Physics of the Dual-cycle Cooling System of the tool for Pieces Nanostructuring Burnishing / V. P. Kuznetsov, A. S. Skorobogatov, V. G. Gorgots // Applied Mechanics and Materials. – Vol. 770 (2015). – P. 449-455; 0,5 п.л. / 0,2 п.л. (Scopus).

4. Skorobogatov A. S. The Analysis of speed increase perspectives of nanostructuring burnishing with heat removal from the tool / Kuznetsov V. P. et al. // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 124(1) (2016) 012127; 0,4 п.л. / 0,1 п.л. (Scopus).

5. Skorobogatov A. S. Finishing and Hardening of a Flat Surface Ring Area of a Workpiece by Rotary Burnishing / V. P. Kuznetsov, V. V. Voropaev, A. S. Skorobogatov // Key Engineering Materials. – Vol.743 (2017). – P. 245–247; 0,2 п.л. / 0,1 п.л. (Scopus).

6. Скоробогатов А.С. Теория, практика и перспективы развития технологии наноструктурирующего выглаживания / В. П. Кузнецов, А. С. Скоробогатов // Вестник Рыбинского государственного авиационного технического университета имени П.А. Соловьева. – 2017. – № 2(41). – С. 184–194; 0,7 п.л. / 0,4 п.л.

7. Скоробогатов А.С. Повышение эффективности наноструктурирующего выглаживания путем управления теплоотводом / А. С. Скоробогатов, В. П. Кузнецов, В. Г. Горгоц // Вестник Рыбинского государственного авиационного технического университета имени П.А. Соловьева. – 2017. – №2(41). – С. 174–180; 0,5 п.л. / 0,2 п.л.

#### **Патенты:**

1 Выглаживающий инструмент с модулем охлаждения : пат. 150111 Рос. Федерация : МПК В24В 39/00. / Кузнецов В. П., Горгоц В. Г., Скоробогатов А. С. ; заявитель и патентообладатель ООО «Предприятие «Сенсор». – №2014130830/02 ; заявл. 24.07.2014 ; опубл. 27.01.2015, Бюл. №3. – 2 с.

2 Способ наноструктурирующего упрочнения поверхностного слоя прецизионных деталей выглаживанием и система для его осуществления : пат. 2635987 Рос. Федерация : МПК В24В 39/00 В82В 3/00 / Кузнецов В. П., Скоробогатов А. С., Попов А. А., Лобанов Н. Л., Горгоц В. Г. ; заявитель и патентообладатель ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет», ООО «Предприятие «Сенсор». – № 2016118448 ; заявл. 11.05.2016 ; опубл. 17.11.2017, Бюл. №32 – 9 с.

На автореферат поступили положительные отзывы от:

1. Коршунова Льва Георгиевича, доктора технических наук, главного научного сотрудника лаборатории физического металловедения ФГБУН Институт физики металлов имени М.Н. Михеева УрО РАН. Содержит замечания: 1) в автореферате не приведены убедительные аргументы, объясняющие достижение при высокоскоростном наноструктурирующем выглаживании стали 20Х13 рекордных значений микротвердости (1300 HV<sub>0,05</sub>). Возможно ли столь значительное деформационное упрочнение низкоуглеродистой стали без химического модифицирования поверхности? 2) не является ли ошибочным приведение в автореферате микротвердости HV<sub>0,05</sub>, соответствующей

щей измерениям при нагрузке на индентор Виккерса 500 гс?

2. Тарасова Сергея Юльевича, доктора технических наук, главного научного сотрудника ФГБУН Института физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук, профессора отделения материаловедения ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет». Без замечаний.

3. Ковенского Ильи Моисеевича, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой материаловедения и технологии конструкционных материалов, и Некрасова Романа Юрьевича, кандидата технических наук, доцента, и.о. заведующего кафедрой «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет». Без замечаний.

4. Бутова Владимира Григорьевича, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой материаловедения в машиностроении ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет». Содержит замечания: 1) структуры формируемых наноструктурированных слоёв представлены очень мелкими фотографиями, не позволяющими провести анализ; 2) не приведены результаты просвечивающей электронной микроскопии, достаточно хорошо представленные в приложении «Д» к диссертации.

5. Валиева Руслана Зуфаровича, доктора физико-математических наук, профессора, директора Института физики перспективных материалов, заведующего кафедрой материаловедения и физики металлов, и Караваевой Марины Владимировны, кандидата технических наук, доцента, доцента кафедры материаловедения и физики металлов ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет». Содержит замечания: 1) в автореферате разные параметры имеют одинаковые обозначения. Например, стр. 8 и 11  $\delta$  – объемная фракция нанокристаллитов, на стр. 15 (формула 7)  $\delta$  – размер зерен. Это затрудняет понимание результатов; 2) не описан метод определения объемной фракции нанокристаллитов. Понятия объемной фракции нанокристаллитов и толщины наноструктурированного поверхностного слоя не определены. Это затрудняет оценку адекватности разработанного метода; 3) не понятно, почему за оптимальные значения при расчетах упрочнения приняты

именно максимальные значения объемной фракции нанокристаллитов и толщины наноструктурированного поверхностного слоя. Здесь очевидно среднее значение будет оптимальным.

6. Жигалиной Ольги Михайловны, доктора физико-математических наук, доцента, ведущего научного сотрудника лаборатории электронной микроскопии Института кристаллографии им. А.В. Шубникова ФГУ «Федеральный научно-исследовательский центр «Кристаллография и фотоника» Российской академии наук, г. Москва. Содержит замечание: в выводах 7 и 8 следовало бы указать, с чем сравнивалась удельная интенсивность изнашивания и процент её снижения.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью и широкой известностью своими достижениями в области материаловедения, наличием публикаций, связанных с изучением структуры и свойств сталей, вопросов трибологического материаловедения, а также исследования влияния термических и деформационных обработок конструкционных сталей на формирование нанокристаллической структуры и свойств.

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

**разработана** концепция управления формированием наноструктурированного слоя во взаимосвязи со скоростью скольжения индентора, основанная на отводе фрикционного тепла от инструмента и оптимизации температурного режима по параметру Зинера-Холломоны;

**предложены:** математическая модель теплопередачи фрикционного тепла из контактной зоны скользящего индентора, позволяющая определять контактную температуру и параметры теплоотводящей системы инструмента; методика определения связи степени и скорости пластической деформации сдвига со скоростью скольжения индентора;

**доказана** возможность формирования наноструктурированного поверхностного слоя в мартенситных закаленных сталях цементованной 20X и 20X13 при повышении скорости скольжения до 50 м/мин.

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

**выявлены** зависимости объемной фракции нанокристаллитов и толщины наноструктурированного слоя от параметра Зинера-Холломона;

**предложен** подход к определению скорости скольжения индентора инструмента и контактной температуры на основе установления оптимальной величины параметра Зинера-Холломона;

**доказана** адекватность математической модели теплопередачи фрикционного тепла для процесса наноструктурирующего выглаживания сталей цементованной 20X и 20X13 путём сравнения расчетных и экспериментальных данных контактной температуры;

**применительно к проблематике диссертации результативно, то есть с получением обладающих новизной результатов, использованы** современные методы просвечивающей и растровой электронной микроскопии, EBSD-анализа, динамометрии, микродюрометрии, трибологических испытаний поверхностного слоя, анализа структуры в программном пакете SIAMS 700 и компьютерного моделирования в программном пакете Multisim.

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

**разработан** физико-механический процесс наноструктурирующего выглаживания с высокоэффективной системой охлаждения инструмента, обеспечивающий поддержание режима теплой деформации сталей цементованной 20X и 20X13 при повышении скорости скольжения индентора до 50 м/мин;

**представлены** параметры системы охлаждения инструмента и режимы выглаживания сталей цементованной 20X и 20X13, обеспечивающие формирование наноструктурированного поверхностного слоя толщиной 4,4...4,5 мкм с микротвердостью 1480 HV<sub>0,05</sub>, 1310 HV<sub>0,05</sub> и удельной интенсивностью изнашивания по корунду  $6 \cdot 10^{-15}$  м<sup>3</sup>/Нм,  $5,6 \cdot 10^{-15}$  м<sup>3</sup>/Нм.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:** результаты исследований согласуются с теоретическими моделями и экспериментальными данными, опубликованными в трудах ведущих отечественных и зарубежных ученых в области материаловедения, исследования наноструктурирован-

ных материалов и методов их формирования.

**Личный вклад соискателя состоит** в непосредственном участии в постановке задач исследования; проведении исследований с применением комплекса современных методов анализа структуры и текстуры металлических материалов и использованием современных приборов для измерения свойств; оценке и обобщении результатов исследований; подготовке статей, докладов и заявок на изобретение и полезную модель по результатам исследований.

Диссертация Скоробогатова А.С. соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненного автором исследования решена научная задача формирования наноструктурного состояния поверхностного слоя мартенситных сталей при высокоскоростном наноструктурирующем выглаживании, имеющая значение для развития отечественного машиностроения.

На заседании 21.06.2017 г. диссертационный совет принял решение присудить Скоробогатову А.С. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 19, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель

диссертационного совета

Ученый секретарь

диссертационного совета

21.06.2018 г.



Попов Артемий Александрович

Селиванова Ольга Владимировна