

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 ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 18 февраля 2016 г. протокол № 1

О присуждении Огородниковой Ольге Михайловне, гражданство Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Консолидированный компьютерный анализ процессов получения и эксплуатации металлических материалов в машиностроении» по специальности 05.16.09 – Материаловедение (в машиностроении) принята к защите 05 ноября 2015 г., протокол № 27 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, Огородникова Ольга Михайловна, 1960 года рождения, кандидат физико-математических наук с 1991 года; диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук «Текстура, структура и свойства сплавов PtNi и Pt-Ni-Cu, упорядоченных по типу $L1_0$ » защитила в 1990 году в диссертационном совете, созданном на базе Института физики металлов Уральского отделения Академии наук СССР, г. Екатеринбург.

В 2014 г. окончила докторантуру ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния; работает в должности доцента кафедры «Электронное машиностроение» Механико-машиностроительного института ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный

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

Диссертация выполнена на кафедре «Термообработка и физика металлов» Института металлургии и материаловедения и на кафедре «Электронное машиностроение» Механико-машиностроительного института ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

Научный консультант – доктор технических наук, профессор Попов Артемий Александрович, ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Институт материаловедения и металлургии, кафедра «Термообработка и физика металлов», заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

Асташенко Владимир Иванович – доктор технических наук, доцент, ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Набережночелнинский институт (филиал), г. Набережные Челны, кафедра материалов, технологий и качества, профессор;

Галкин Виктор Иванович – доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», г. Москва, кафедра технологии обработки металлов давлением, профессор;

Закирничная Марина Михайловна – доктор технических наук, ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа, кафедра технологических машин и оборудования, профессор, 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, профессором, академиком РАН, главным научным сотрудником, руководителем отдела физических проблем машиностроения, председателем научно-технического семинара; и Мясниковой Мариной Валерьевной, кандидатом технических наук, научным сотрудником

лаборатории микромеханики материалов, секретарем научно-технического семинара; указала, что диссертация Огородниковой О.М. является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технические и методические решения, позволяющие активировать потенциальные возможности современных интегрированных сред проектирования машиностроительных изделий за счет создания корректных баз данных материалов и передачи данных о материалах между программами компьютерного инженерного анализа технологических процессов изготовления и эксплуатации деталей; внедрение этих решений вносит значительный вклад в развитие машиностроительной отрасли страны. Диссертация соответствует требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Огородникова Ольга Михайловна, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (в машиностроении).

Соискатель имеет 140 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 110 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 30. Другие публикации по теме диссертации представлены в виде 2 свидетельств на программы для ЭВМ; 78 статей, опубликованных в сборниках научных трудов (24), сборниках докладов международных (23) и российских (31) научных конференций. Общий объем публикаций по теме диссертации – 26,0 п.л., авторский вклад – 14,0 п.л.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

статьи в рецензируемых научных изданиях:

1. Огородникова, О.М. Применение алгоритма Левенберга-Марквардта в компьютерном моделировании литейных дефектов / О.М. Огородникова, С.В. Мартыненко // Дефектоскопия. – 2015. – № 5. – С. 65-70. (0,26 п.л./0,13 п.л.).

2. Огородникова, О.М. Дисперсионное упрочнение литейных железоникелевых инваров / О.М. Огородникова, Е.В. Максимова // Металловедение и термическая обработка металлов. – 2015. – № 3 (717). – С. 23-25. (0,24 п.л./0,12 п.л.).

3. Огородникова, О.М. Расчетно-экспериментальная корректировка баз данных для компьютерного моделирования литейных технологий / *О.М. Огородникова, С.В. Мартыненко* // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2015. – № 10. – С. 40-43. (0,4 п.л./0,2 п.л.).
4. Огородникова, О.М. Компьютерное моделирование литой детали «рама боковая» с учетом усадочной пористости / *О.М. Огородникова, С.В. Мартыненко, И.М. Проничев* // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2015. – № 2. – С. 36-40. (0,36 п.л./0,12 п.л.).
5. Огородникова, О.М. Консолидированный компьютерный анализ отливки, технологии литья и литейного сплава / *О.М. Огородникова* // Литейное производство. – 2015. – № 2. – С. 32-34. (0,25 п.л.).
6. Огородникова, О.М. О проблемах интеграции вычислительного материаловедения в цифровое машиностроение / *О.М. Огородникова* // Информационные технологии в проектировании и производстве.–2014. –№ 2. – С.30-34. (0,49 п.л.).
7. Огородникова, О.М. Компьютерное исследование инструмента для изготовления проволоки / *О.М. Огородникова, Е.М. Бородин, А.А. Гудин* // Компьютерные исследования и моделирование. – 2014. – Т. 6, № 6. – С. 983-989. (0,25 п.л./0,07 п.л.).
8. Огородникова, О.М. Компьютерное исследование нагруженной осесимметричной конструкции с учетом неоднородного распределения структурных характеристик в опорной детали / *О.М. Огородникова, Е.В. Максимова, М.В. Показанев* // Двойные технологии. – 2014. – № 1(66). – С.19-24. (0,45 п.л./0,15 п.л.).
9. Огородникова, О.М. Компьютерное моделирование теплового нагружения изложницы при кристаллизации слитков черновой меди / *О.М. Огородникова, Д.Г. Рябов, В.С. Радя* // Цветные металлы. – 2013. – № 5. – С. 89-93. (0,36 п.л./0,12 п.л.).
10. Огородникова, О.М. Связанный анализ технологических процессов и нагруженных состояний литой детали / *О.М. Огородникова, С.В. Мартыненко* // Металлы. – 2012. – № 5. – С. 19-21. (0,3 п.л./0,15 п.л.).

11. Огородникова, О.М. Исследовательская функция программ САЕ в сквозных технологиях CAD/CAE/CAM / *О.М. Огородникова* // Вестник машиностроения. – 2012. – № 1. – С. 25-31. (0,71 п.л.).

12. Огородникова, О.М. Компьютерная диагностика дефектов и механических напряжений в литых деталях / *О.М. Огородникова* // Дефектоскопия. – 2011. – Т. 47, № 8. – С. 85-94. (0,54 п.л.).

Свидетельства на программы для ЭВМ:

13. Огородникова О.М., Кобяков И.С., Фадеев Д.В. Программа «Восстановление теплофизических характеристик материалов для компьютерного анализа технологических процессов» (CastechProp). Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2015618495 от 11.08.2015 [Электронный ресурс] // Официальный бюллетень «Программы для ЭВМ. Базы данных. Топологии интегральных микросхем». 2015. № 9. URL: <http://www1.fips.ru> (дата обращения: 20.10.2015).

14. Огородникова О.М. Программный модуль «Пространственные модели влияния ликвации на теплофизические процессы в конденсированных средах» (ProLigSol). Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2012616120 от 04.06.2012 // Официальный бюллетень «Программы для ЭВМ. Базы данных. Топологии интегральных микросхем». 2012. №4. С.20.

На автореферат поступили положительные отзывы.

1. Амосов Александр Петрович – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии металлов и авиационного материаловедения; и Воронин Сергей Васильевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии металлов и авиационного материаловедения ФГАОУ ВО «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)» (СГАУ), г. Самара. Замечания: 1) предлагаемые модели учета структуры материалов в явном виде не учитывают реального зеренного строения, а именно, – форму, размер и механические свойства кристаллитов; 2) при компьютерном анализе процесса волочения платина-никелевых сплавов модель деформируемого материала

представлена как изотропная среда без учета анизотропии текстуры и зеренной структуры материала.

2. Болдырев Денис Алексеевич – доктор технических наук, ведущий инженер-исследователь отдела инжиниринга материалов Управления индустриализации Службы исполнительного вице-президента по инжинирингу ОАО «АВТОВАЗ», г. Тольятти. Замечания: 1) на рис.13 автореферата приведены фото микроструктуры литейных сплавов, в тексте отсутствуют сведения о литейных технологиях, по которым они получены, и о характеристиках литых деталей; 2) на рис.19 автореферата иллюстрируется технология литья в ПГФ с неполной литниковой системой.

3. Капуткин Дмитрий Ефимович – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой физики, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС», г. Москва. Замечание: отсутствие в предлагаемой на рис.1 информационной структуре цифрового машиностроения каких-либо этапов, связанных с анализом отклонений от стандартов как по составу, структуре и свойствам материалов, так и по параметрам обрабатывающего инструмента (вызванным, например, износом).

4. Огнев Юрий Федорович – доктор технических наук, профессор, директор филиала ФГАОУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет» в г. Арсеньеве. Вопросы: 1) Во второй главе автором работы представлен ограниченный круг исследованных материалов (сталь 20Л, 20ГЛ, литейные суперинварные сплавы на основе Fe-Ni-Co). Насколько сложен процесс адаптации разработанных методов, моделей и программных средств, проведение компьютерного моделирования с учетом специфики технологических процессов конкретного предприятия (свои металлы и сплавы, особые методы получения заготовок, номенклатура деталей, их конструктивные особенности и т.п.)? 2) Каков прогноз по экономическим затратам на внедрение созданных моделей, программного обеспечения, формирование которого, как правило, не может быть выполнено силами инженеров предприятий машиностроения?

5. Павлюков Александр Эдуардович – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Вагоны» ФГБОУ ВО «Уральский государственный

университет путей сообщения», г. Екатеринбург. Замечания: 1) из автореферата не ясно, предусмотрена ли при разработке и использовании консолидированных моделей верификация и валидация по экспериментальным данным на всех уровнях использования и их построения, в том числе и на стадиях конструирования при оценке прочности конструкции, или адекватность консолидированных моделей обеспечивается только сопоставлением с экспериментальными исследованиями при моделировании структуры и свойств материалов, если судить по концептуальной схеме цифрового машиностроения на рисунке 1; 2) из автореферата не ясно, считает ли автор достаточным для прогнозирования появления усталостных трещин в литой детали; рама боковая железнодорожной тележки грузового вагона выполнение лишь расчетов от статической нагрузки на консолидированных моделях с учетом неоднородности поля структурных характеристик материала, полученного в процессе затвердевания отливки; на наш взгляд, для расчетов деталей и конструкций, работающих в эксплуатации в условиях циклических случайных нагрузок требуются расчеты в специальных программных комплексах CAE с учетом случайного характера нагружения.

6. Сарафанов Альберт Викторович – доктор технических наук, профессор, директор по развитию бизнеса ООО «Витте-консалтинг» (ГК ЗАО «Ай-Теко»), г. Москва. Замечание: в автореферате не раскрывается составляющая PLM (рисунки 1, 5) в разрезе предлагаемых концептуальных подходов.

7. Чернявский Александр Олегович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Прикладная механика, динамика и прочность машин», и Сапожников Сергей Борисович – доктор технических наук, профессор, руководитель центра «Материаловедение и нанотехнологии» ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет), г. Челябинск. Замечания: 1) не прослеживается связь предлагаемых подходов с традиционными, в которых используется понятие «коэффициент запаса прочности» вкупе с представлением о материалах как однородных изотропных (анизотропных) средах, свойства которых определяются на вырезанных определенным образом или специально изготовленных образцах; уточнения по локальной дефектности

и прочности, предлагаемые автором, должны, по-видимому, позволить снизить коэффициенты запаса; 2) не обсуждается корректность (однозначность и устойчивость решения) обратной задачи определения набора свойств по результатам ограниченного числа косвенных измерений (стр. 15 автореферата).

8. Якимович Борис Анатольевич – доктор технических наук, профессор, действительный член Академии военных наук Российской Федерации, ректор ФГБОУ ВПО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова», г. Ижевск. Замечания: 1) на рисунке 3, приведенном на странице 11 автореферата, взаимосвязь между этапами разработки изделия демонстрирует последовательность в виде ОКР, из которой вычленяется некоторая НИР, что не соответствует классической последовательности этапов и не получает внятного разъяснения в тексте автореферата. В данном случае применение программного обеспечения, реализующего САЕ-функционал, для анализа конкретного изделия имеет характер инженерной работы и не подразумевает исследовательских функций в общеупотребительном смысле этого понятия; 2) в автореферате не отмечено, какое влияние оказывают на результаты моделирования свойств отливок особенности конкретного программного обеспечения, не отмечено, необходима ли верификация баз данных в случае применения программного обеспечения сторонних разработчиков, а также отсутствуют сведения о контрольных модельных экспериментах с его применением.

9. Янишевская Анна Генриховна – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Инженерная геометрия и системы автоматизированного проектирования» ФГБОУ ВПО «Омский государственный технический университет», г. Омск. Замечания: 1) из текста автореферата не совсем понятно, на каком диапазоне сталей и сплавов был апробирован предложенный метод корреляции и восстановления теплофизических свойств в базах данных САЕ; 2) из автореферата также не ясно, на чем и какими средствами проводились измерения для тестовых отливок из стали 20ГЛ.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их компетентностью в области материаловедения, соответствием тематики их исследований названию и содержанию рассматриваемой диссертационной работы и наличием

публикаций, связанных с исследованием конструкционных материалов, изделий и технологических процессов машиностроения компьютерными методами. В качестве ведущей организации выбран Институт машиноведения Уральского отделения РАН как профильный исследовательский институт, занимающийся современной проблематикой машиностроения и широко известный своими достижениями в области физических проблем машиностроения, включая конструкционное материаловедение.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– **обоснована** научная концепция консолидированного компьютерного анализа процессов получения и эксплуатации металлических материалов на стадии предпроизводственной подготовки изделий машиностроения в интегрированных программных комплексах CAD/CAE/CAM/PLM;

– **разработаны** с применением технологических и конструкторских программ САЕ новые методы консолидированного анализа металлических материалов применительно к литейным сплавам, технологиям литья и литым деталям, позволяющие повысить эксплуатационную надежность изделий;

– **предложен** нетрадиционный подход к обработке и использованию информации о состоянии и поведении материалов в расчетном обосновании проектируемых изделий машиностроения с передачей данных о структурных параметрах конструкционного материала между технологическими и конструкторскими программами САЕ;

– **введено** новое понятие «информационного материаловедения» для определения актуальной области современного материаловедения в соответствии с предложенной классификацией по признаку используемой методологии, призванной решать задачи обработки и использования информации о материалах в машиностроении.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

– **доказаны** положения методики информационного материаловедения для обработки и использования данных о влиянии неоднородного распределения характеристик литейных сталей и сплавов на эксплуатационную надежность деталей, расширяющей границы применимости программ САЕ;

– **раскрыты** проблемы адаптации программ САЕ для решения материаловедческих задач литья;

– **применительно к проблематике материаловедения** в компьютерном инженерном анализе **разработаны и эффективно использованы** расчетно-экспериментальные методы определения теплофизических свойств в базах данных материалов для компьютерного прогнозирования дефектов и структуры литейных сплавов, а также количественной оценки напряжений вблизи солидуса и остаточных напряжений;

– **изложены** установленные факты и закономерности влияния внутрикристаллитной ликвации никеля на температурный коэффициент линейного расширения литейных суперинварных сплавов Fe-Ni-Co, а также влияния распределенной усадочной пористости на смещение прогнозируемых концентраторов напряжений в литых крупногабаритных деталях из стали 20ГЛ;

– **изучены** экспериментальными методами существенные для компьютерного моделирования факторы структуры и свойства новых макроизотропных железо-никелевых сплавов с кристаллической решеткой ГЦК после технологических процессов литья и термической обработки; а также структура, текстура и свойства анизотропных платина-никелевых сплавов с трансформацией кристаллической решетки ГЦК-ГЦТ после технологических процессов волочения и термической обработки;

– **проведена модернизация** моделей для компьютерного анализа литейных сплавов, технологий литья и литых деталей, обеспечивающих получение более точных результатов при оптимизации процессов получения и эксплуатации материалов и изделий машиностроения.

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

– **разработаны и внедрены** в практику научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы новые методы информационного материаловедения, компьютерные модели и базы данных материалов (Научно-производственная корпорация «Уралвагонзавод», Научно-производственный центр «Линвар»);

– **представлены** методические рекомендации по эффективному использованию промышленных программ для компьютерного моделирования технологий и изделий машиностроения (Уралмашзавод, Пневмостроймашина, Оптико-механический завод, Моторный завод – г. Екатеринбург; Авиадвигатель, Машиностроительный завод – г. Пермь; УРАЛАЗ – г. Миасс; АВТОВАЗ – г. Тольятти; Металлофурнитурный завод – г. Полевской; Уралгидромаш – г. Сысерть; Литейно-механический завод – г. Катав-Ивановск; Тракторный завод – г. Челябинск; Промтрактор-Промлит – г. Чебоксары; Петрозаводскмаш – г. Петрозаводск; Красный двигатель – г. Новороссийск; Машиностроительный завод – г. Арзамас);

– **созданы** универсальные компьютерные программы (17 программ), реализующие разработанные модели и методы обработки информации о материалах, и практические рекомендации их использования в компьютерном анализе процессов эксплуатации и изготовления равнопрочных деталей авиационного и транспортного машиностроения.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

– **для экспериментальных работ** результаты получены с применением современных взаимодополняющих методов исследования свойств и структуры металлических материалов и сертифицированных приборов; компьютерные эксперименты проводились с использованием сертифицированных на международном уровне компьютерных программ;

– **теория** построена на проверяемых данных и согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

– **идея** развития информационного материаловедения **базируется** на анализе зарубежных литературных источников, на практике использования интегрированных программных комплексов CAD/CAE/CAM/PLM и обобщении опыта их внедрения;

– **использованы** современные методики проверки и настройки компьютерных моделей по результатам контрольных экспериментов, подтверждающих соответствие компьютерных прогнозов наблюдаемым фактам и результатам производственных испытаний.

Личный вклад соискателя состоит в постановке цели работы и задач исследования, разработке концепции, моделей и методов консолидированного компьютерного анализа, выполнении натуральных и компьютерных экспериментов, обработке и интерпретации полученных данных, написании компьютерных программ и статей в научные журналы, подготовке публикаций и докладов на конференциях по выполненной работе.

На заседании 18 февраля 2016 г. диссертационный совет принял решение присудить Огородниковой О.М. ученую степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 22 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 21, против – нет, недействительных бюллетеней – 1.

Зам. председателя
диссертационного совета

Богатов Александр Александрович

Ученый секретарь
диссертационного совета

Мальцева Людмила Алексеевна

18 февраля 2016 г.