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 16.12.2014, протокол № 15

О присуждении Кушнареву Алексею Владиславовичу, гражданство Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Разработка научных основ и внедрение современной технологии производства железнодорожных колес с высокими эксплуатационными характеристиками» по специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением принята к защите 12.09.2014 г., протокол № 2 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, Кушнарев Алексей Владиславович, 1960 года рождения, кандидат технических наук с 2003 г., диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Совершенствование технологии производства белой жести в условиях ОАО "ММК"» защитил в 2003 г. в диссертационном совете, созданном на базе ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии им. И.П. Бардина», г. Москва, работает в должности управляющего директора ОАО «ЕВРАЗ –

Нижнетагильский металлургический комбинат», управляющая компания ООО «ЕВРАЗХОЛДИНГ».

Диссертация выполнена на кафедре «Обработка металлов давлением» ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России, и в ОАО «ЕВРАЗ – Нижнетагильский металлургический комбинат», управляющая компания ООО «ЕВРАЗХОЛДИНГ».

Научный консультант – доктор технических наук, профессор, Богатов Александр Александрович, ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», кафедра «Обработка металлов давлением», заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

Золотов Александр Максимович – доктор технических наук, старший научный сотрудник, профессор кафедры «Технология и исследование материалов» ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет»;

Чукин Михаил Витальевич – доктор технических наук, профессор, проректор по науке ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет имени Г.И. Носова»;

Шеркунов Виктор Георгиевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Машины и технологии обработки материалов давлением» ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (Национальный исследовательский университет),

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация – ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский технологический университет (НИТУ) «МИСиС», г. Москва, в своем положительном заключении, подписанным Романцевым Борисом Алексеевичем, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой технологии и оборудования трубного производства; Зиновьевым Александром Васильевичем, доктором технических наук, профессором

кафедры «Пластической деформации специальных сплавов», указала, что диссертация А.В. Кушнарева является научно-квалификационной работой, в которой на основании проведенных исследований решена актуальная научно-практическая проблема создания новой научно обоснованной металлургической технологии производства высококачественных железнодорожных колес с повышенной долговечностью, что вносит значительный вклад в развитие железнодорожного транспорта страны.

Соискатель имеет 95 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 95 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 54, из них 20 статей вошли в международные индексируемые базы SCOPUS и WEB OF SCIENCE, 41 статья опубликована в сборниках международных конференций, в том числе 11 патентов на изобретения и полезные модели. Общий объем публикаций составляет 27,3 печатных листов, в том числе 13 п.л. авторский вклад.

Наиболее значительные работы по теме диссертации:

1. Кушнарев А.В. О вязкости разрушения коленной стали/ А.В. Кушнарев, А.В. Сухов, Ю.П. Петренко, Г.А. Филиппов // Вестник Магнитогорского гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова. – 2006 - №4. – С.87-92 (0,4 п.л. / 0,1 п.л.).

2. Кушнарев А.В. Развитие и освоение в ОАО «Нижнетагильский металлургический комбинат» новой технологии производства железнодорожных колес высокого качества / А.В. Кушнарев, Ю.П. Петренко. А.А. Киричков, А.А. Богатов // Производство проката. – 2008. - №1. – С. 24-28 (0,3 п.л. / 0,1 п.л.).

3. Кушнарев А.В. Разработка и теоретическое исследование новых способов изготовления железнодорожных колес на ОАО «НТМК» /Монография/ А.В. Кушнарев; ГОУ ВПО Уральский гос. техн. ун-т им. Первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2009. – 46 с. (2,8 п.л.).

4. Kushnarev A.V. Improved wheel rolling / A.V. Kushnarev, A.A. Vasilev, V.D. Shestak, A.A. Bogatov // Steel in Translation. – 2010. – T. 40. - №5. – P. 485-487. (0,2 п.л. / 0,1. п.л.).

5. Кушнарев А.В. Математическое моделирование черновой и чистовой штамповки непрерывнолитых заготовок, используемых при производстве железнодорожных колес \ А.В. Кушнарев, А.А. Богатов, В.А. Кропотов // Кузнечно-штамповочное производство. – 2010. - №1. – С.34-38 (0,3 п.л. / 0,2 п.л.).

6. Кушнарев А.В. Новый способ и рациональные режимы прокатки колес / А.В. Кушнарев, А.А. Васильев, В.Д. Шестак, А.А. Богатов // Сталь. 2010 - №5. С 83-85 (0,2 п.л. / 0,1 п.л.).

7. Кушнарев А.В. Технология производства железнодорожных колес повышенной твердости из стали Т / А.В. Кушнарев, Ю.П. Петренко, А.А. Киричков и др. // Сталь. – 2011.- №11.- С. 122-124 (0,2 п.л. / 0,1 п.л.).

8. Кушнарев А.В. Разработка научных основ и внедрение современной технологии производства железнодорожных колес с высокими эксплуатационными характеристиками / А.В. Кушнарев, А.А. Богатов // Заготовительные производства в машиностроении. – 2013. - №1. – С.17-26 (0,6 п.л. / 0,4 п.л.).

9. Кушнарев А.В. Новая технология производства колесной стали на ОАО «ЕВРАЗ НТМК» / А.В. Кушнарев // Черные металлы. – 2014. -№3. – С.33-37 (0.3 п.л. / 0,3 п.л.).

На автореферат диссертации поступило 14 положительных отзывов:

1. Смирнов Леонид Андреевич – академик РАН, доктор технических наук, профессор, первый заместитель генерального директора, Перунов Григорий Павлович – кандидат технических наук, заведующий отделом обработки металлов давлением и Добужская Алина Борисовна – кандидат технических наук, заведующая лабораторией металловедения и термообработки, ОАО «Уральский институт металлов», г. Екатеринбург. Замечания:

- Автор предлагает при решении задач методом конечных элементов использовать функционал вариационного принципа виртуальных скоростей для идеально пластического материала (с.10). Непонятно, каким образом в этом случае могут быть получены данные об изменении дислокационной и зеренной структур металла на различных этапах технологического процесса?

- В автореферате сказано, что для исследования формоизменения литых заготовок использовалось компьютерное 3 D – моделирование (с. 17), однако не сообщается, какие пакеты прикладных программ при этом использовались и какова точность полученных результатов.

2. Дымкин Григорий Яковлевич – доктор технических наук, профессор, заместитель директора ФГУП «Научно-исследовательский институт мостов и дефектоскопии Федерального агентства железнодорожного транспорта», г. Санкт-Петербург.

Замечание: в автореферате недостаточно раскрыта реализация в технологической линии производства колес современных методов и автоматических средств приемочного неразрушающего контроля, а также не отражены возможности оперативной корректировки технологических режимов производства по данным неразрушающего контроля.

3. Снитко Юрий Павлович – доктор технических наук, генеральный директор ОАО «Черметинформация», г. Москва. Замечания:

- При проектировании новых калибровок (глава 3) автором предложено использовать компенсаторы объема, однако, в автореферате недостаточно обоснована их роль, не приведена методика расчета их размеров, их влияния на усилие штамповки.

- Известно, что ОАО «ЕВРАЗ НТМК» работает на железнорудном сырье Качканарского ГОК, имеющего в своем составе ценный элемент – ванадий. В автореферате не нашло отражения преимущество использования ванадийсодержащего продукта для придания колесной стали повышенных эксплуатационных свойств.

4. Соколов Алексей Михайлович – доктор технических наук, заместитель генерального директора – начальник ПКБ ОАО «Всероссийский научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта», г. Москва. Замечания:

- В работе не нашел отражение вопрос повышения стойкости цельнокатаных колес к усталостным разрушениям диска за счет придания им криволинейной формы взамен плоскоконической. Этот вопрос также связан с формоизменением колеса и мог бы являться логичным дополнением диссертации.

- В работе недостаточно подробно описаны положительные результаты эксплуатации колес повышенного качества ОАО «ЕВРАЗ НТМК» на сети железнодорожных дорог и их анализ по сравнению с колесами других предприятий – изготовителей.

5. Юрьев Алексей Борисович – доктор технических наук, Управляющий директор ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК», г. Новокузнецк. Замечания:

- В автореферате не нашли отражения влияния технологических факторов на расход инструмента деформации (температура нагрева, материала заготовки, косина реза, овальность заготовки и т.п.)

- Не нашли отражения в работе вопросы предупреждения аварийного выхода колес из-за поломок диска и разрушения обода железнодорожных колес в процессе эксплуатации.

6. Довженко Николай Николаевич – доктор технических наук, директор института нефти и газа, и Сидельников Сергей Борисович – доктор технических наук, заведующий кафедрой обработки металлов давлением института цветных металлов и металловедения, ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск. Замечания:

- Из автореферата не совсем ясно, как согласовано использование функционалов (2) и (2а), записанных для идеально-пластического материала, и структурной модели (3), учитывающей упрочнение-разупрочнение материала.

- В автореферате не приведены исходные условия при создании компьютерной модели в пакете DEFORM 3D для определения деформационных и температурных полей при штамповке: количество элементов сетки, используемый закон трения, вид среды и др.

- На рис. 1 (с. 11 автореферата) отсутствует размерность величин, откладываемым по осям графика, поэтому можно дать только качественную, но не количественную оценку приведенных зависимостей.

7. Гун Геннадий Семенович – доктор технических наук, профессор, советник ректора и Салганик Виктор Матвеевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Обработка металлов давлением», ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск. Замечание:

- В настоящее время в информационном пространстве ОМД используется несколько модификаций комплексных программных продуктов. В рецензируемой работе активно применяемым программным продуктом является «Deform – 3D» (с. 22). По нашему мнению, большие аналитические возможности представляет продукт «ABAQUS». Представляет интерес сопоставление возможности этих продуктов. В то же время следует заметить, что такое сопоставление представляет собой достаточно сложную и трудоемкую задачу, которую автор диссертации может поставить в ходе дальнейшей научной работы.

8. Колмогоров Герман Леонидович – доктор технических наук, профессор кафедры «Динамики и прочности машин» ФГБОУ ВПО «Пермский национальный политехнический университет». Без замечаний.

9. Володин Игорь Михайлович – доктор технических наук, профессор, проректор по научной работе ФГБОУ ВПО «Липецкий государственный технический университет». Замечания:

- В автореферате нет сведений о том, какова достоверность определения значений показателей точности поковки графоаналитическим методом.

- Не указаны конкретные меры повышения стойкости инструмента деформации в 1,6 раза.

- Не ясно, в каком соотношении с практической точки зрения находятся результаты физического моделирования термообработки образцов на комплексе Gleeble и промышленной технологии закалки и отпуска колес, особенно для достижения стабильности механических свойств.

10. Перетятько Владимир Николаевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой и Филиппова Марина Владимировна – кандидат технических наук, докторант кафедры «Обработка металлов давлением и металловедения ЕВРАЗ Западносибирский металлургический комбинат», ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк. Замечания:

- Не ясно, какой программный комплекс использовали при моделировании формоизменения литых заготовок (глава 3)

- Чем отличаются калибровка штампов предварительной штамповки (V1, V2, V3, V2b)?

- При повышении массы заготовки, больше металла идет в отход. Как объяснить тенденцию повышения массы заготовки? (с. 20).

11. Шаньгин Юрий Павлович – главный инженер ОАО «Научно-производственная корпорация «Уралвагонзавод», г. Нижний Тагил Свердловской области. Замечание:

- Из автореферата диссертации неясно, на какой глубине от поверхности катания сохраняется заявленное значение твердости обода.

12. Сидельник Андрей Васильевич – заместитель Генерального директора и Никулин Анатолий Николаевич – доктор технических наук, ведущий научный сотрудник, ФГУП «ЦНИИ Чермет им. И.П. Бардина», г. Москва. Замечание:

- В автореферате не нашел отражения ряд вопросов из опубликованных автором работ по совершенствованию технологии производства

железнодорожных колес, представляющих значительный интерес для практики изготовления подобной продукции.

13. Рудской Андрей Иванович – член-корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор, ректор, и Колбасников Николай Георгиевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии и исследование материалов» института металлургии, машиностроения и транспорта, ФГАОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет», г. Санкт-Петербург. Замечания:

- Глава 3 посвящена компьютерному моделированию и исследованию формообразования литых заготовок. Известно, что точность решения задач методами конечных элементов определяется правильностью реологических характеристик металла. В работе использована структурная модель деформированного тела, учитывающая сопротивление деформации металла в зависимости от скоростей деформационного упрочнения и разупрочнения и скорости разупрочнения при статической рекристаллизации во время междеформационных пауз. Однако неясно, в каком виде структурная модель деформируемого тела интегрирована в Deform, по каким экспериментальным данным и для каких сталей осуществлялась ее калибровка модели, как учтены процессы термического возврата?

- Из автореферата непонятно, каким образом была разработана и освоена технология термообработки колес для обеспечения твердости обода до 320-360НВ, хотя это положение выносится на защиту. Отсутствует информация о технологии отпуска, изменения механических свойств (твердости) после отпуска, несмотря на то, что эта стадия в значительной степени определяет формирование конечных механических свойств за счет дополнительного дисперсионного упрочнения карбидами V, Cr и Mo.

14. Тулупов Олег Николаевич – доктор технических наук, профессор, президент ООО «МЕТАЛЛУРГМАШ Инжиниринг», г. Москва. Без замечаний.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их широкой известностью своими достижениями в металлургии, в частности, обработки металлов давлением, их высокой научной компетентностью, а также соответствием тематики исследований официальных оппонентов заявленной диссертантом теме исследования. В качестве ведущей организации выбран Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» как один из ведущих вузов России, широко известный своими достижениями в области металлургии и, в частности, обработки металлов давлением.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– **разработана** методика конечно-элементного моделирования технологических процессов штамповки и прокатки железнодорожных колес, основанная на применении вариационных принципов механики и моделей деформируемого тела с изменяющейся дислокационной и зеренной структурой;

– **предложены** новые способы предварительной штамповки заготовок, обеспечивающие совмещение операций осадки, разгонки и калибровки заготовок с целью повышения точности черновых колес и стойкости инструмента деформации;

– **доказаны** закономерности формоизменения непрерывнолитой заготовки при штамповке и прокатке в зависимости от технологической схемы, калибровки инструмента и режимов деформации;

– **введены** показатели точности поковки и чернового колеса, характеризующие неравномерность распределения массы и центробежной силы по периметру в результате асимметричного течения металла при штамповке.

Теоретическая значимость исследований обоснована тем, что:

– **доказаны** возможность и эффективность использования известного функционал Маркова при решении вариационных задач обработки металлов давлением, что позволяет с высокой точностью определять не только поле

скоростей течения металла в очаге деформации υ_{ij}, но и тензорное поле напряжений σ_{ij};

– **эффективно** использован комплекс теоретических методов и методологий для обоснования и разработки новых способов штамповки и прокатки заготовки, рациональных режимов деформации и термообработки колес, определения показателей точности и качества изделий;

– **изложены** основополагающие идеи, методы и положения теории обработки металлов давлением, на которых базируется проведение диссертационных исследований;

– **раскрыты** технологические связи между отдельными операциями производственного процесса, определены критические точки фазовых превращений, количественные характеристики микроструктуры и твердости для колесных марок стали;

– **проведены модернизация и совершенствование** математических моделей и алгоритмов расчета технологических режимов штамповки поковок и прокатки колес за счет применения вариационных методов и численного компьютерного моделирования с использованием методов конечных элементов.

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

– **разработаны** и внедрены в производство комплексные технические решения по модернизации технологии выплавки и разливки колесной стали, новой технологии штамповки и прокатки колес, а также новым способам их термообработки и полнопрофильной механической обработки;

– **определены** показатели эффективности внедрения новой модернизированной технологии: уменьшение припусков на механическую обработку колес до 3-4 мм, снижение массы заготовок на 5-10 кг увеличение твердости обода колес до 320-350НВ, повышение долговечности

железнодорожных колес с 400000 до 650000 км, повышение производительности колесо-прокатного стана;

– **создана и внедрена** в условиях ОАО «ЕВРАЗ-НТМК» научно обоснованная технология производства высококачественных железнодорожных колес с повышенной долговечностью, в том числе диаметром 1250 мм для высокоскоростных локомотивов, что вносит значительный вклад в развитие железнодорожного транспорта страны;

– **представлены** предложения по дальнейшему совершенствованию новой технологии.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

– **экспериментальные исследования** проводились на сертифицированном оборудовании;

– **теория** построена на фундаментальных положениях механики и физики процессов пластической и термической обработки металлов;

– **идея базируется** на анализе литературных источников и производственного опыта по изготовлению железнодорожных колес;

– **установлено** принципиально качественное совпадение результатов исследований соискателя с данными других авторов;

– **использованы** современные методики сбора и обработки экспериментальных данных.

Личный вклад соискателя состоит в:

– постановке задач экспериментальных и теоретических исследований, анализе полученных результатов и их использовании при разработке новых технических решений по модернизации технологии железнодорожных колес;

– руководстве и личном участии в проведении производственных экспериментов;

– анализе и обсуждении результатов экспериментальных исследований и компьютерного МКЭ-моделирования;

– подготовке публикаций и докладов по материалам исследований;

– внедрении полученных результатов исследований в производственный процесс в ОАО «ЕВРАЗ-ЗСМК».

На заседании 16.12.2014 г. диссертационный совет принял решение присудить Кушнареву А.В. ученую степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 21 человека, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 21, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета Попов Артемий Александрович

Ученый секретарь
диссертационного совета
(приказ ректора УрФУ
№ 6322/04 от 04.12.2014 г.) Лобанов Михаил Львович
16.12.2014 г.