

Заключение диссертационного совета Д 212.252.01
на базе Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего профессионального образования «Сибирский
государственный индустриальный университет», Министерство образования
и науки РФ по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 19 декабря 2017 г. протокол №134

О присуждении Чертовских Евгению Олеговичу, гражданство Российская Федерация, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка технологии термической обработки стали 20ГФЛ для повышения хладостойкости литых крупногабаритных деталей тележек грузовых железнодорожных вагонов» по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов принята к защите 12 октября 2017 г., протокол №128 диссертационным советом Д212.252.01 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Сибирский государственный индустриальный университет», Министерство образования и науки Российской Федерации, 654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42, приказ № 105/нк от 11.09.2012 г.

Соискатель Чертовских Евгений Олегович, 1986 года рождения, в 2008 г. окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова» по специальности машины и технологии литейного производства, в 2010 г. Чертовских Евгений Олегович поступил в заочную аспирантуру по специальности 05.02.01 «Материаловедение в машиностроении (по отраслям) при Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова» и закончил обучение в 2014 г., в настоящий момент работает в должности инженера-технолога ООО «Алтайский сталелитейный завод».

Диссертация выполнена на кафедре «Машиностроительные технологии и оборудование» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, Околович Геннадий Андреевич, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», профессор кафедры «Машиностроительные технологии и оборудование».

Официальные оппоненты:

1. Хараев Юрий Петрович, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Восточно-сибирского государственного университета технологий и управления»,

кафедры «Технология машиностроения металлообрабатывающие машины и комплексы», декан электро-технического факультета

2. Сухов Алексей Владимирович, кандидат технических наук, АО «ВНИИЖТ» (АО «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта», г. Москва), заведующий отделением «Транспортное материаловедение»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», в своем положительном заключении, подписанном заведующим кафедрой материаловедения в машиностроении, доктором технических наук, профессором Буровым Владимиром Григорьевичем, ученым секретарем научно-технического совета, кандидатом технических наук, доцентом Плотниковой Натальей Владимировной и утвержденном проректором по научной работе НГТУ, доктором технических наук, профессором Вострецовым Алексеем Геннадьевичем указала, что диссертационная работа соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор, Чертовских Евгений Олегович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Соискатель имеет 16 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 8 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях ВАК. Общий объем опубликованных статей по теме диссертации – 16 п.л., авторский вклад – 6,2 п.л.

Наиболее значительные работы по теме диссертации:

1) Чертовских, Е. О. Получение структуры бейнита регулируемой термической обработкой стали 20ГФЛ / Е. О. Чертовских, А. В. Габец, Д. А. Габец, А. М. Марков, Г. А. Околович, П. Н. Комаров // Обработка металлов. 2016. № 2(71). С. 70-79. 2) Чертовских, Е. О. Влияние режимов термической обработки низкоуглеродистой стали 20ГФЛ на ее структуру и механические свойства / Е. О. Чертовских, Д. Л. Вайнштейн, А. И. Ковалев, А. Ю. Рашковский, А. В. Габец // Металлург. 2015. № 12. С. 39-44. 3) Чертовских, Е. О. Влияние режимов термообработки на кинетику превращения и ударную вязкость стали 20ГФЛ / Е. О. Чертовских, А. В. Габец, Г. А. Филиппов // Сталь. 2015. № 8. С. 67-70. 4) Чертовских, Е. О. Применение фильтрации расплава для повышения качества крупных стальных железнодорожных отливок / Е. О. Чертовских,

Н. В. Свалов, В. А. Попенов, С. В. Кушаков // Литейное производство. 2012. № 9. С. 26-28. 5) Чертовских, Е. О. Структурные особенности литых деталей / Г. А. Околович, А. В. Габец, Е. О. Чертовских // Ползуновский вестник. 2015. №2. С. 22-25.

На автореферат поступило 12 отзывов, все отзывы положительные:

без замечаний: 1. д.т.н. Никулина А.Н. и к.т.н. Ливановой О.В., ведущих научных сотрудников Института качественных сталей ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина» (г.Москва),; 2. д.т.н., профессора Шкатова В. В., профессора кафедры «Физическое металловедение» ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»; 3. к.т.н. Мамаева К.В., технического директора ЗАО «Редукционно-охладительные установки», г.Барнаул; 4. к. ф-м.н., доцента Романова Л. И., научного сотрудника АО _ИПО «МКМ» (г.Ижевск); 5. академика Российской академии транспорта, д.т.н., профессора Черняка С. С., ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения».

с замечаниями: к.т.н., Клецовой О.А., старшего преподавателя кафедры «Машиностроения, материаловедения и автомобильного транспорта» филиала Орского гуманитарно-технологического института ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет» (1. На стр.7 автор пишет: «Проведен анализ экспертных заключений о причинах выхода из строя крупных деталей ходовых частей трехэлементной грузовой тележки. Установлено, что основными дефектами являются многочисленные несплошности в междендритных областях, загрязнённость окислами железа, сульфидами марганца и окислами алюминия, ликвация.» Описанные литейные дефекты не относятся к дефектам термической обработки за исключением ликвации, которая должна быть устранена термической обработкой. В этом случае в обзорной главе следует описывать существующие технологии повышения механических свойств, а не исходные свойства материалов. 2. Слишком объёмные выводы по работе.); члена-корреспондента Российской Академии наук, д.т.н., профессора Гречникова Ф.В., заведующего кафедрой обработки металлов давлением и к.т.н., Носовой Е.А., доцента кафедры технологии материалов и авиационного материаловедения, ФГАОУ ВО «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева» (1. Неудачный выбор обозначений температур нагрева (T_n-900), скорости охлаждения $V_{\text{возд}}-5,5$) и продолжительности обработки ($t_{\text{обр}}-45$) в регрессионных зависимостях (стр.12 автореферата) требуется

уточнение: имеется ввиду разность значений или их подстановка. Такие обозначения понятны автору, но вносят путаницу при использовании полученных зависимостей другими исследователями; 2. Низкое качество рисунков 7 и 8, которые при черно-белой печати не имеют значительных различий в уровне температур в заготовке; 3. Автором разработан ортогональный композиционный план эксперимента, включающий 15 режимов обработки стали, из которых в результатах работы отражены не более 5 (№2, №3, №6, №7, №9). Отсутствует расшифровка режимов.); к.т.н. Борща Б.В., заведующего лабораторией «Литые детали подвижного состава», АО «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (1. Автор утверждает, что отсутствие исчерпывающей информации по термокинетическим диаграммам и ряду других справочных данных не позволяет совершенствовать режимы термической обработки. Однако, на протяжении длительного времени применения данной марки стали имеется множество публикаций по термообработке стали быстродвижущимся потоком воды. В свою очередь, технология душирования обеспечивает эффективную прокаливаемость стали с получением мартенситной структуры, трансформирующейся в троосто-сорбит посредством отпуска с получением высоких характеристик предела текучести, что отмечено, например, в работах В.М. Федина. Хотя в этих работах не рассмотрены значения ударной вязкости при отрицательных температурах, считаю целесообразным в дальнейшем проработать вопрос повышения хладостойкости на структурах полученных подобным механизмом превращения. Исходя из вышеизложенного, можно сделать заключение, что разработанная технология термической обработки с прерыванием охлаждения в промежуточной области более подходит для выбранных производственных условий); к.ф.-м.н. Вайнштейна Д.Л., ведущего научного сотрудника Института Материаловедения и Физики металлов ФГУП "ЦНИИчермет им. И.П.Бардина (1. В разделе автореферата «Научная новизна» автор сообщает о повышении показателя ударной вязкости, заключающемся в нагреве детали до 850-860 °С с выдержкой и последующим охлаждением со скоростью 3,5-5 °С/с до температур поверхностных слоев 350-450 °С для обеспечения самоотпуска при 550-650 °С. О какой толщине поверхностного слоя идет речь? Каким образом оценивался баланс охлаждаемого металла и разогретой середины для выхода на режим самоотпуска? 2. С чем связан тот факт, что автор при описании наличия структуры нижнего бейнита по режиму термообработки 860 °С, 30 мин, отпуск 600 °С (стр. 11 автореферата) имеющий значения

ударной вязкости $3,58 \text{ кДж/м}^2$ связывает с возможным выделением структуры нижнего бейнита? Была ли выявлена структура нижнего бейнита при обработке по приведенному режиму?); д.т.н. Ишкова А. В., профессора кафедры «Технология конструкционных материалов и ремонт машин ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет» (1. Автор говорит о том (п.4 Новизны...), что им «Построены новые участки термокинетической диаграммы стали 20ГФЛ...», однако на рис. 3 эта диаграмма уже дана с точками A_{r3} , A_{r1} , а на рис. 9; приведена в том же самом виде. Где же эти «новые» участки и как они получены? 2. Все данные, кривые охлаждения, перенос точек на диаграммы, исследования скорости воздушного охлаждения и пр., были получены (оптимизированы) на лабораторной установке для небольших образцов, подготовленных для последующего испытания на KCV⁶⁰. Насколько обоснован их перенос на реальную 500 кг отливку? Кстати, работа только бы выиграла, если автором (напр. на рис. 7, 8) были приведены хотя бы основные размеры детали; 3. Как изменяться найденные в работе параметры термообработки при изменении хим. состава стали, ведь и С-кривые и вид термокинетических диаграмм сильно изменяются не только от доли углерода, но и еще сильнее - от легирующих элементов? Кстати, почему хим. состав исследованной стали 20ГФЛ из табл. 1 приведен не в интервальной форме, работа велась только на стали одной плавки?; 4. Как видно из работы (см., например, рис. 6), закалка детали осуществляется охлаждением воздухом от вентиляторов, а самоотпуск - происходит затем за счет тепла запасенного в массе отливки. Градиент же температур определен автором по показаниям ХА-термопар, в точках 1, 2 и 3 на рис. 7, 8, размещенных на поверхности отливки (или это не так?). Тогда, каким образом оценивается тепловой баланс отливки (охлажденного поверхностного слоя и разогретой середины) для гарантированного выхода на режим самоотпуска в разработанной технологии, и как быть с отливками других форм и размеров?); д.т.н., Корягина Ю. Д., профессора кафедры «Материаловедение и физико-химия материалов» и к.т.н., доцента Шабуровой Н. А., ФГАОУ ВО «Южно-уральский государственный университет (Национальный исследовательский университет)» (1. В тексте присутствуют формулировки, о значении которых можно только догадываться. Например, на стр.5 «межкритический промежуточный интервал температур»; 2. Снижение ударной вязкости после стандартной термообработки крупногабаритных деталей автор связывает с образованием вторичного цементита по границам зерен (стр.8). Однако не ясно

появление вторичного цементита в доэвтектоидной стали 20ГФЛ; 3. В автореферате не указан размер образцов, используемых в лабораторной камере воздушного охлаждения (стр. 8-9). Так же, автор не уточняет, как результаты этих лабораторных испытаний коррелируются с результатами, полученными на крупногабаритных деталях боковых рам в условиях промышленного производства); к.т.н. Землякова С. А., ведущего инженера-технолога ООО «Металлург» (г.Барнаул), (1. Не описаны виды дефектов снижающие прочность литых изделий; 2. Не приведены данные по изменению усталостной прочности при нормальных и низких температурах после применения управляемого охлаждения. Считаю данный параметр ключевым в определении надежности тележек вагонов; 3. Не приведены результаты испытания изделий в условиях реальной эксплуатации).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что согласно пунктов 22-24 «Положения о присуждении ученых степеней» официальные оппоненты являются компетентными учеными в области металловедения и термической обработки металлов и сплавов, имеют публикации в области производства стали 20ГФЛ и теоретических основ процессов термической обработки и дали свое согласие на оппонирование диссертации; ведущая организация широко известна своими достижениями в области совершенствования технологии термообработки стали 20ГФЛ и способна определить научную и практическую значимость диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая методика расчета режимов термической обработки, позволившая выявить качественно новые участки термокинетической диаграммы стали 20ГФЛ для определения критических точек и интервала промежуточного превращения.

предложены оригинальные технологические решения по совершенствованию режима термической обработки стали 20ГФЛ, отличающиеся температурой термообработки, скоростью охлаждения, в том числе применением прерывания охлаждения в промежуточном интервале температур для протекания самоотпуска изделия за счет теплового баланса;

доказана перспективность использования разработанной технологии в реальном промышленном производстве для повышения хладостойкости литых крупногабаритных железнодорожных деталей.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, расширяющие применяемость зависимостей параметров термической обработки (температуры, времени выдержки, скорости охлаждения) на изменение значений ударной вязкости KCV^{60} , твердости и микротвердости стали 20ГФЛ;

применительно к проблематике диссертации результатов (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов), использован комплекс базовых методов исследования процессов термической обработки, в том числе экспериментальная методика определения значений, твердости, микротвердости стали, ударной вязкости при отрицательных температурах, статистические методы обработки экспериментальных данных;

изложены доказательства причинно-следственных связей формирования феррито-перлитно-бейнитной структуры, обеспечивающей повышение хладостойкости литых крупногабаритных железнодорожных деталей из стали 20ГФЛ при снижении материальных и энергетических затрат за счет применения предложенной технологии;

изучены причинно-следственные связи значений ударной вязкости, твердости и микротвердости от параметров (температура, время выдержки и скорость охлаждения) режимов термической обработки;

проведена модернизация алгоритмов вычисления критических точек распада переохлажденного аустенита, позволившая учитывать одновременное влияние режимов и параметров термической обработки на структуру и комплекс свойств стали.

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

разработаны и внедрены на предприятии ООО «Алтайский сталелитейный завод» новые комплекты технологической документации и методика планирования режимов термической обработки литых крупногабаритных железнодорожных деталей, обеспечивающие повышение качества готовой продукции, ожидаемый экономический эффект от внедрения составляет 1,19 млн. руб./год;

определены перспективы практического использования разработанной методики расчета ударной вязкости, твердости и микротвердости для оценки режимов термической обработки;

создана система практических рекомендаций для разработки режимов термообработки литых крупногабаритных железнодорожных деталей с повышенными требованиями к ударной вязкости, обеспечиваемой установлением пределов скоростей охлаждения в перлитном и промежуточном интервалах для формирования структуры нижнего бейнита в стали;

представлены рекомендации для более высокого уровня организации деятельности и предложения по дальнейшему совершенствованию режимов термической обработки литых крупногабаритных железнодорожных деталей с применением математического моделирования теплового состояния при условии их охлаждения, обеспечивающих формирование феррито-перлитно-бейнитной структуры.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ показана воспроизводимость результатов математической модели теплового состояния с практическими результатами; качество измерений и статистическую обработку результатов; сопоставление полученных результатов с данными других исследователей; практическое использование и патентоспособность разработанных технологий.

Личный вклад соискателя состоит в: непосредственном участии в получении исходных данных и научных экспериментах, личном участии в апробации результатов исследования, обработке и интерпретации экспериментальных данных, подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Диссертация соискателя Чертовских Е.О. «Разработка технологии термической обработки стали 20ГФЛ для повышения хладостойкости литых крупногабаритных деталей тележек грузовых железнодорожных вагонов» является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научные разработки и технологические решения, имеющие существенное значение для развития металлургической отрасли страны. Работа соответствует требованиям пункта 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней (постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842) с изменениями постановления

Правительства Российской Федерации от 21.04.2016 г. №335 «О внесении изменений в Положение о присуждении ученых степеней».

На заседании 19 декабря 2017 г. диссертационный совет принял решение присудить Чертовских Е.О. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 6 докторов наук по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов, участвующих в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени – 17, против присуждения ученой степени – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного
совета, д.т.н., профессор



Темляков Михаил Викторович

Ученый секретарь диссертационного
совета, д.т.н., профессор

Нохрина Ольга Ивановна

19 декабря 2017 г.