

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.188.10,
созданном на базе федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 22 мая 2019 г. № 10
о присуждении Березину Семену Константиновичу, гражданину России,
ученой степени кандидата технических наук

Диссертация «Формирование речного мартенсита и механических свойств низкоуглеродистых сталей легированных, сильными карбидообразующими элементами» по специальности 05.16.09 – Материаловедение (металлургия) принята к защите 18 марта 2019 года (протокол заседания № 4) диссертационным советом Д 212.188.10, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (614990, г. Пермь, ул. Комсомольский пр., 29) в соответствии с приказом Минобрнауки России от 10.07.2015 г. № 766/нк.

Соискатель Березин Семен Константинович, 1990 года рождения, в 2014 году окончил федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», в 2018 году окончил аспирантуру очной формы обучения федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» по направлению 22.06.01 Технологии материалов (период обучения 01.10.2014-12.07.2018).

Диссертация выполнена на кафедре «Металловедение, термическая и лазерная обработка металлов» Пермского национального исследовательского политехнического университета.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Шацов Александр Аронович, профессор кафедры «Металловедение, термическая и лазерная обработка металлов» Пермского национального исследовательского политехнического университета.

Официальные оппоненты:

1. Выбойщик Михаил Александрович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры «Нанотехнологии, материаловедение и механика материалов», ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет»;

2. Воробьев Роман Александрович, кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории прочностных и климатических испытаний, АО «Центральный научно-исследовательский институт «Буревестник»;

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация - Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный лесотехнический университет» (г. Екатеринбург), в своем положительном отзыве, подписанном заведующим кафедрой «Физика», д-ром физ.-мат. наук, проф. Кащенко Михаилом Петровичем и утвержденном и.о. ректора, канд. техн. наук, доц. Платоновым Евгением Петровичем, указала, что диссертационная работа Березина С.К. является законченным научным трудом, имеет научную новизну, содержит решение актуальных задач, выполнена на достаточном уровне, соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», автор работы заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение.

Соискатель имеет 12 опубликованных работ по теме диссертационного исследования, в том числе 7 работ, опубликованных в ведущих рецензируемых научных изданиях журналах, из них 5 статей – в изданиях, индексируемых в базах Scopus, Web of Science. В тексте диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Березин, С.К. Структура и механические свойства низкоуглеродистой мартенситной стали, закаленной из межкритического интервала температур / С.К. Березин, А.А. Шацов, С.К. Гребеньков // Научное обозрение. – 2015. – № 22. – С. 136 - 142.

2. Romanov I.D., Shatsov A.A., Zakirova M.G., Berezin S.K Structure and mechanical properties of hot-deformed low-carbon martensitic steel //Russian metallurgy (Metally). 2016. V. 2016. Issue 3. V. 174-180.

3. Березин, С.К. Структура и механические свойства низкоуглеродистых мартенситных сталей, закаленных из межкритического интервала температур и после изотермической закалки / С.К. Березин // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Машиностроение, материаловедение. – 2016. – Т. 18, № 3. – С. 182 - 197.

4. Berezin S.K., Shatsov A.A., Bykova P.O., Larinin D.M. Martensitic transformation in low-carbon steels // Metal Science and Heat Treatment. 2017. V. 59. Issue 7-8. P. 479-485. (Scopus, Web of Science).

5. S. K. Berezin, A. A. Shatsov, S. K. Greben'kov, L. V. Spivak Structural-Phase Transitions in Cold-Resistant Low-Carbon Martensitic Steels Susceptible to Structural Heredity // Russian Metallurgy (Metally) - Volume 2018, Issue 5, pp 432–444. (Scopus, Web of Science)

6. Березин, С.К. Формирование структуры и свойств низкоуглеродистого мартенсита

при закалке / С.К. Березин, А.А. Шацов, О.С. Теренина // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). – 2018. – Т. 20, № 2. – С. 144-159.

Краткая характеристика работ: В научных работах приведены результаты исследования фазовых превращения и механических свойств низкоуглеродистых мартенситных сталей (НМС) системы легирования Fe–Cr–Mn–Ni–Mo–V–Nb с содержанием углерода 0,07-0,27 %. Описаны особенности формирования структуры при нагреве и охлаждении из аустенитной и межфазной областей; приведена предложенная модель прогнозирования объемной доли мартенсита, в термокинетических и изотермических условиях превращения; показано влияние морфологии мартенсита на механические свойства исследованных низкоуглеродистых мартенситных сталей, приведено доказательство достижения высокого уровня механических свойств после закалки из верхней области межкритического интервала температур, без использования жидких охлаждающих сред.

На диссертацию и автореферат поступило 8 отзывов, все отзывы положительные: Глинера Р.Е., д-ра техн. наук, профессора кафедры «Материаловедение, технологии материалов и термическая обработка металлов», Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева; Гуревича Л.М., д-ра техн. наук, с.н.с., заведующего кафедрой «Материаловедение и композиционные материалы», Волгоградский государственный технический университет; Дементьева В.Б., д-ра техн. наук, проф., руководителя Института механики, Удмуртский федеральный исследовательский центр УрО РАН; Капуткина Д.Е., д-ра техн. наук, доц., профессора кафедры физики, Московский государственный технический университет гражданской авиации; Никулина А.Н., д-ра техн. наук, главного научного сотрудника Научного центра качественных сталей и Ливановой О.В., канд. техн. наук, начальника лаборатории КС-4 Научного центра качественных сталей, Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии им. И.П. Бардина»; Пещеренко С.Н., д-ра физ.-мат. наук, главного научного сотрудника АО «Новомет-Пермь»; Ларина Д.М., канд. техн. наук, заведующего кафедрой технических дисциплин, Волжский государственный технический университет водного транспорта; Югая С.С., канд. техн. наук, главного металлурга и Романова И.Д., канд. техн. наук, ведущего специалиста-технолога, АО «ОДК-Пермские моторы».

В отзывах отмечена актуальность работы для современного машиностроения, подчеркивается, что работа выполнена на высоком научно-техническом уровне.

В отзывах содержатся следующие пожелания, вопросы и замечания: в автореферате отсутствует обоснование выбора для исследований трех марок сталей, две из которых имеют значительные различия только в содержании углерода; не обоснован выбор в качестве карбидообразующих элементов в исследуемых сталях ниобия и ванадия; в автореферате не отражено, можно ли применять предложенные закономерности и модели формирования структуры для прогнозирования характеристик низкоуглеродистых

мартенситных сталей, дополнительно легированных другими карбидообразующими элементами, например, вольфрамом, цирконием и/или титаном; отсутствие в автореферате информации о предыстории и исходном (перед нагревом) состоянии сравниваемых материалов после закалки из аустенитной и двухфазной областей; отсутствие в автореферате информации об отпуске закаленных сталей; из текста автореферата не совсем понятно, почему сталь 07ХЗГНМ (без легирования сильными карбидообразующими элементами) после закалки из межкритического интервала температур имеет более низкие прочностные свойства и пластичность по сравнению с закалкой от 980 °С (таблица на стр.13), хотя размер зерна уменьшается с 25 до 15 мкм; вклад различных форм мартенсита в прочность можно было проверить экспериментально, не прибегая к правилу аддитивности; было бы интересно сравнить значения микронапряжений и размеры областей когерентных отражений после обычной закалки и закалки из МКИ; не показано как повлияет обнаруженное выделение бейнита при относительно низких скоростях охлаждения на надежность НМС; во втором пункте научной новизны указано, что содержание «свежей» фазы мартенсита после закалки из МКИ составляет 95 %, а на рис. 2д автореферата отношение темной «свежей» и светлой «родительской» фазы выглядит как 65:35.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается следующим:

официальные оппоненты являются ведущими специалистами в области материаловедения сталей и сплавов с особыми механическими свойствами, имеют публикации по данным направлениям в рецензируемых научных изданиях, обладают достаточной квалификацией, позволяющей оценить новизну представленных на защиту результатов, их актуальность, научную и практическую значимость, обоснованность и достоверность полученных выводов;

ведущая организация, ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», хорошо известна своими достижениями в области изучения физики мартенситных превращений под руководством д-ра физ.-мат. наук, проф., заведующего кафедрой «Физики» Кашенко М.П.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

определены стадийность и механизмы образования и распада низкоуглеродистого аустенита сталей 15Х2Г2НМФБ и 27Х2Г2НМФБ;

установлены закономерности получения структуры, содержащей α - фазу, сохранившую свою морфологию при нагреве в межкритический интервал температур (родительская) и новообразованная α - фаза (свежая), формирующаяся при охлаждении по мартенситному механизму;

предложена модель аустенитно-мартенситного превращения при охлаждении НМС, учитывающая распределение зерен по размерам;

разработана модель разрушения НМС с различными формами мартенсита предполагающая, что разрушение инициирует пластинчатая составляющая структуры низкоуглеродистого мартенсита;

установлены закономерности деформационного упрочнения на стадиях равномерной деформации (уравнение Дж. Холомона) и сосредоточенной деформации (линейная зависимость).

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказан двустадийный характер превращения при нагреве со скоростью 10 - 40 °С / мин. и возможность реализации двустадийного распада аустенита при охлаждении;

создана модель $\gamma - \alpha$ перехода, позволяющая прогнозировать количество образовавшегося мартенсита в изотермических и термокинетических условиях;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс современных материаловедческих методов исследования;

установлена взаимосвязь между размером зерна аустенита и объемной долей мартенситного превращения и определено влияние морфологии мартенсита на разрушение НМС;

выявлено, что при закалке из межкритического интервала температур НМС, легированные сильными карбидообразующими элементами, имеют более высокие механические свойства, чем после принятой ранее полной закалки;

изучены закономерности формирования структуры аустенита, показано, что в сталях 15Х2Г2НМФБ и 27Х2Г2НМФБ проявляется особый вид структурной наследственности, заключающийся в сохранении морфологии родительской α - фазы после нагрева в МКИ;

усовершенствована модель Версма - Бери для определения вклада морфологии и количества пластинчатого мартенсита в разрушение.

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

разработан режим термической обработки низкоуглеродистых мартенситных сталей на основе системы легирования Fe-Cr- Mn-Ni-Mo-V- Nb с содержанием углерода от 0,15 до 0,27%, включающий закалку из межкритического интервала температур и обеспечивающий структуру, главным образом, пакетного мартенсита;

проведена апробация используемых материалов в машиностроительной отрасли в качестве составной части (державки) алмазного инструмента для резки бетона и в сварных конструкциях;

Результаты диссертационного исследования Березина С.К. могут быть использованы при изготовлении составной части (державки) алмазного инструмента, и при создании высокопрочных сварных конструкций.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- квалифицированное применение современного оборудования и методик экспериментальных исследований;

- непротиворечивость результатов с данными, полученных другими исследователями;
- апробации на представительных международных конференциях;
- воспроизводимость и стабильность полученных данных/результатов.

Личный вклад соискателя состоит в: постановке цели и задач исследования, совершенствованию методик исследования, интерпретации результатов и формулировке всех положений, определяющих научную новизну и практическую значимость работы, проведении основных экспериментов (самостоятельно или в творческих коллективах, что отражено в авторском составе опубликованных статей), подготовке публикаций по теме диссертационного исследования.

Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация **Березина Семена Константиновича** «Формирование речного мартенсита и механических свойств низкоуглеродистых сталей, легированных сильными карбидообразующими элементами» представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842: в ней изложены и научно обоснованы технические и технологические решения в области разработки способов получения и термической обработки высокотехнологичных конструкционных сталей с высокими физико-механическими свойствами, имеющие большое значение для современного материаловедения и машиностроения.

На заседании 22 мая 2019 года диссертационный совет принял решение присудить **Березину Семену Константиновичу** ученую степень *кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (металлургия)*.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 8 докторов наук по специальности защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за присуждение ученой степени – 15, против присуждения ученой степени – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель

диссертационного совета Д 212.18
доктор технических наук, доцент

Оглезнева С.А.

Ученый секретарь

диссертационного совета Д 212.18
кандидат технических наук

Кульметьева В.Б.

м.п.

«24» мая 2019 г.