

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 999.112.02,

созданного на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук, Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Брянский государственный технический университет», Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 03.03.2020 г. № 1

О присуждении Давидяну Левону Варужановичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Интенсификация диффузионного насыщения бором углеродистых и легированных сталей при микродуговом нагреве» по специальности 05.16.09 – «Материаловедение (машиностроение)» принята к защите 26.12.2019 года, протокол № 7, диссертационным советом Д 999.112.02, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук, Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Брянский государственный технический университет», Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 241035, г. Брянск, ул. 50 лет Октября, д. 7, приказ о создании диссертационного совета №1335/нк от 25.10.2016 года.

Соискатель, Давидян Левон Варужанович, 1990 года рождения, в 2015 году с отличием окончил магистратуру Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственный технический университет» по направлению подготовки «Физическое и прикладное материаловедение». С 2015 по 2019 годы обучался в очной аспирантуре Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственный технический университет» по направлению подготовки 15.06.01 «Машиностроение».

За годы обучения в аспирантуре проявил себя как высококвалифицированный специалист и с конца 2019 года работает на кафедре «Физическое и прикладное материаловедение» в должности ассистента.

Диссертационная работа выполнена на кафедре «Физическое и прикладное материаловедение» Федерального государственного бюджетного образовательного

учреждения высшего образования «Донской государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – Домбровский Юрий Маркович – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Физическое и прикладное материаловедение» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственный технический университет».

Официальные оппоненты:

Белашова Ирина Станиславовна, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Технология конструкционных материалов» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)».

Семенов Михаил Юрьевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Материаловедение» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (МГТУ им. Н.Э. Баумана).

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный технический университет», г. Волгоград в своем положительном отзыве, утвержденном первым проректором д.т.н., профессором Кузьминым Сергеем Викторовичем, подписанном доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Материаловедение и композиционные материалы» Гуревичем Леонидом Моисеевичем указали, что диссертация Давидяна Левона Варужановича на тему «Интенсификация диффузионного насыщения бором углеродистых и легированных сталей при микродуговом нагреве» является самостоятельной, завершенной научно-квалификационной работой, соответствует пункту «Положение о присуждении учёных степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г., в которой изложены новые научно обоснованные технические решения по разработке нового метода борирования стальных деталей из обмазок в условиях микродугообразования, а ее автор, Давидян Левон Варужанович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – «Материаловедение (машиностроение)».

Соискатель имеет 16 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе: 9 публикаций в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 1 публикация в издании, входящем в наукометрические базы SCOPUS и Web of Science.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Домбровский Ю.М. О положительном опыте применения ферросплавов при микродуговой химико-термической обработке. / Ю.М. Домбровский, М.С. Степанов, Л.В. Давидян. // Вестник ДГТУ. - 2016. – Т.16. №4. (87) – С. 59-62.
2. Ю.М. Домбровский. К вопросу о технологических параметрах микродуговой химико-термической обработки (МДХТО) / Ю.М. Домбровский, М.С. Степанов, Л.В. Давидян // Известия ВолгГТУ, (Серия «Проблемы материаловедения, сварки и прочности в машиностроении»). – Волгоград. - 2015. - №5 (160). - С. 130-131.
3. Степанов М.С. Теплофизический анализ и кинетика микродугового нагрева стали. / М.С. Степанов, Ю.М. Домбровский, Л.В. Давидян. // Упрочняющие технологии и покрытия. - 2017. - Т. 13. № 11 (155). - С. 511-516.
4. Степанов М.С. Структура, фазовый состав, механические свойства, износостойкость стали после микродугового борованадирования. / М.С. Степанов, Ю.М. Домбровский, Л.В. Давидян. // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2019. - Т.62. №6. - С. 446-451.
5. Пустовойт В.Н. Изменение температуры стали в режиме микродугового нагрева. / В.Н. Пустовойт, М.С. Степанов, Ю.М. Домбровский, Л.В. Давидян. // Известия ВолгГТУ. Серия «Проблемы материаловедения, сварки и прочности в машиностроении». – Волгоград. - 2016. - №2(181). – С. 95-97.
6. Домбровский Ю.М. Влияние полярности микродугового нагрева на толщину диффузионного покрытия. / Ю.М. Домбровский, М.С. Степанов, Л.В. Давидян. // Известия ВолгГТУ, Серия «Проблемы материаловедения, сварки и прочности в машиностроении». – Волгоград. - 2017. - №6 (201). – С. 99-103.
7. Степанов М.С. Структура, фазовый состав и свойства стали после микродугового борохромирования и боромолибденирования. / М.С. Степанов, Л.В. Давидян, Ю.М. Домбровский. // Известия ВолгГТУ, Серия «Проблемы материаловедения, сварки и прочности в машиностроении». – Волгоград. - 2018. - №3 (213). – С. 124-131.
8. Давидян Л.В. Структурно-фазовое состояние и свойства стали 20 после микродугового борирования. / Л.В. Давидян, М.С. Степанов, Ю.М. Домбровский. // Известия ВолгГТУ, Серия «Проблемы материаловедения, сварки и прочности в машиностроении». – Волгоград. - 2018. - №3 (213). – С.131-137.

9. Степанов М.С. Микродуговая химико-термическая обработка (МДХТО) инструментальных сталей и титанового сплава. / М.С. Степанов, Ю.М. Домбровский, Л.В. Давидян. // Известия ВолгГТУ, Серия «Проблемы материаловедения, сварки и прочности в машиностроении». – Волгоград. - 2018. - №9 (219). – С. 137-141.

10. Stepanov M.S., Microarc surface alloying of tool steels. / Stepanov M.S., Dombrovskii Yu.M., Davidyan L.V.// MATEC Web of Conferences 226, 03007 (2018). - XIV International Scientific-Technical Conference «Dynamic of Technical Systems». - DTS 2018. DOI: <https://doi.org/10.1051/matecconf/201822603007>

На диссертацию и автореферат поступило 8 отзывов. Все отзывы положительные:

1. **Бледнова Жесфина Михайловна**, д.т.н., профессор, профессор кафедры наземного транспорта и механики Федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный технологический университет» Замечания: 1) Исходя из материалов диссертационного исследования остается непонятным, возможно ли регулировать глубину диффузионного слоя при микродуговом борировании. 2) В автореферате не представлена информация о целесообразности кратности обработки методом микродугового борирования.

2. **Морозкин Игорь Сергеевич**, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Технология металлов» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» (РГУПС). Замечания: 1) Используемый соискателем термин «тугоплавкая боридная эвтектика» (С. 4, 11,17 автореферата) некорректен, поскольку буквальный перевод слова «эвтектический» (греч.) означает легкоплавкий. 2) Также противоречивым является выражение «двухкомпонентный слой, содержащий бор совместно с карбидообразующими элементами (Cr, W, Mo, V)», встречающийся на страницах 11 и 14 автореферата, - здесь двухкомпонентным является процесс насыщения, а не состав слоя.

3. **Босый Сергей Иванович**, к.т.н., заслуженный машиностроитель РФ, главный технолог ОАО «НПП КП «Квант». Замечания: 1) В данной работе микродуговое борирование из обмазок проводили на стальных образцах цилиндрической формы диаметром 12 мм и длиной 35 мм. В связи с этим остается неясной возможность применения микродугового борирования для обработки деталей сложной конфигурации.

4. **Оглезнева Светлана Аркадьевна**, д.т.н., доцент, профессор кафедры механики композиционных материалов и конструкций, научный руководитель Научного центра порошкового материаловедения ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» (ПНИПУ). Замечания: 1) На с. 16 автореферата

упоминается дополнительная термическая обработка основного металла (стали), однако, не приведено результатов исследования ее влияния на структуру и свойства боридных слоев. 2) Из автореферата не ясны условия испытаний на абразивостойкость материалов с покрытиями, характеристики абразивного контртела и механизмы изнашивания.

5. **Матюнин Вячеслав Михайлович**, д.т.н., профессор кафедры технологии металлов ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ». Замечания: 1) Из представленных в автореферате данных не до конца ясен критерий выбора веществ, входящих в состав обмазки для диффузионного насыщения.

6. **Шебзухова Ирина Гусейновна**, д.т.н., доцент, профессор кафедры теоретической и экспериментальной физики ФГБОУ ВО «Кабардино-балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова». Замечания: 1) В автореферате приведен анализ тепловых процессов, протекающих в интервале температур 270-1250 °С (рис.3). Однако, на кинетической кривой наблюдается участок не монотонности при температурах 20-270 °С, природа которого не объяснена.

7. **Розен Андрей Евгеньевич**, д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Сварочное, литейное производство и материаловедение» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет». Замечания: 1) На рис.4 автореферата (С.8) представлена линейная расчетная зависимость температуры поверхности от времени нагрева, тогда как в соответствии с расчетной формулой и экспериментальными данными (рис.3 на С.8) температура во времени должна меняться нелинейно. 2) В автореферате не указано как проводились испытания на износостойкость (в условиях сухого или мокрого трения, при каких нагрузках и т.д.).

8. **Серов Александр Владимирович**, д.т.н., доцент, профессор кафедры электроники и нанотехнологий ФГАОУ ВО СКФУ. Замечания: 1) В тексте автореферата и диссертации в недостаточной степени обоснованы причины выбора стали 20 в качестве эталона при сравнении результатов абразивной износостойкости борированных образцов. 2) Приводит ли использование микродугового борирования из обмазок к изменению размеров обрабатываемых изделий?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их достижениями в данной отрасли науки, наличием публикаций в соответствующей сфере исследования и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны и предложены технологические решения по реализации нового метода борирования стальных изделий в условиях микродугового нагрева, который позволяет сократить продолжительность обработки и обладает невысокими энергетическими затратами;

изучены микроструктура, фазовый состав и комплекс механических свойств борированных слоев на углеродистой стали 20 и легированных сталях X12Ф1 и 5ХНМ после микродугового борирования;

раскрыты особенности строения диффузионных слоев на сталях после микродугового насыщения бором и бором совместно с карбидообразующими элементами (хром, вольфрам, молибден, ванадий) и их взаимосвязь с механическими характеристиками и относительной износостойкостью при трении о закрепленные абразивные частицы.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана эффективность применения микродугового борирования в порошке каменного угля, которая за счет одновременной диффузии бора и углерода на поверхности стали позволяет создавать слой, состоящий из участков тройной карбоборидной эвтектики с включениями Fe_2B и Fe_3C , по границам дисперсной ферритокарбидной смеси на основе железа;

выявлено, что для предотвращения формирования твердой карбоборидной сетки по границам пластичной основы боридного слоя, целесообразно применять микродуговое двухкомпонентное насыщение бором совместно с карбидообразующими элементами (Cr, W, Mo, V), которое приводит к созданию разрозненных участков тугоплавкой боридной эвтектики с включениями боридов и карбидов этих элементов и препятствует диффузии бора и углерода по границам зерен ферритокарбидной матрицы слоя, что повышает истинное сопротивление разрушению покрытия и исключает главный недостаток борирования – высокую хрупкость;

доказано, что при микродуговом борировании создание на поверхности стали диффузионного покрытия, состоящего из разрозненных участков тугоплавкой боридной эвтектики с включениями боридов и карбидов хрома, вольфрама, молибдена или ванадия возможно не только при обработке из обмазок, в состав которых входят бор и карбидообразующие элементы, но и при борировании легированных ими сталей;

применительно к проблематике диссертации результативно:

использованы современные методики и аттестованное оборудование для изучения комплекса механических свойств, сопротивления разрушению и относительной износостойкости диффузионных покрытий на основе бора и бора совместно с

карбидообразующими элементами, которые сформировались на поверхности стальных изделий с использованием микродугового нагрева;

выполнены экспериментальные и теоретические исследования кинетики микродугового нагрева в порошке каменного угля, предложена теплофизическая модель и проведен тепловой расчет, которые дают адекватное описание процесса микродугового нагрева.

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

разработаны технологические режимы микродугового нагрева, для создания боридных слоев с гетерогенной структурой, обладающих высокой относительной износостойкостью при трении о закрепленные абразивные частицы в сочетании с удовлетворительным сопротивлением хрупкому разрушению;

установлена возможность реализации микродугового борирования стальных изделий с предварительно нанесенными гальванопокрытиями. На примере хромового гальванопокрытия толщиной 20 мкм на поверхности стали 20 показано, что после микродуговой обработки толщина диффузионного слоя с присутствием хрома возрастает до 40-50 мкм. Это свидетельствует об интенсификации диффузионного насыщения при микродуговом нагреве;

представлена типовая технология микродугового борирования, которая успешно апробирована в ООО «Ростовский прессово-раскройный завод» для повышения долговечности штампового инструмента из сталей X12Ф1 и X12МФ.

внедрены в производственный процесс:

микродуговое борирование внедрено на предприятии ООО НПФ «САНА-ТЕК» для повышения долговечности и снижения затрат на производство пальцев, коромысел и толкателей из стали 20X13 двигателя внутреннего сгорания М-1 мощностью 4 кВт

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ достоверность результатов исследований, основных положений и выводов подтверждается тем, что работа проводилась с использованием комплекса современного аттестованного оборудования и национальных стандартов на методы определения свойств материалов;

для теоретических работ представленная теория построена на современных научных методах, согласованности опубликованных результатов диссертационного исследования с экспериментальными и теоретическими данными, изложенными в диссертационной работе и по смежным отраслям (исследование кинетики микродугового

нагрева, проведение тепловых расчетов и выбор адекватной теплофизической модели, исследование структурного и фазового состава боридных слоев);

идея базируется на полученных автором новых знаниях, анализе и обобщении передового опыта в области методов интенсификации химико-термической обработки;

использованы полученные автором экспериментальные данные о микроструктуре, фазовом составе и механических свойствах диффузионных борированных покрытий, получаемых оригинальным методом микродугового борирования;

использованы современные методы изучения: металлографический метод исследования микроструктуры диффузионных слоев после микродугового борирования (микроскопы METAM PB-22 и Neophot-21), рентгеновский фазовый анализ (дифрактометр ARL X'TRA 435 в CuK α излучении), электронная микроскопия и микрорентгеноспектральный анализ (двухлучевая электронно-ионная рабочая станция ZEISS Crossbeam 340 с системой микроанализа Oxford Instruments x-max 80), метод измерения микротвердости (ПМТ-3), определение комплекса механических свойств боридных слоев методом микроиндентирования на приборе Nanotest 600, определение относительной износостойкости при трении о закрепленные абразивные частицы на машине Х4-Б.

Личный вклад соискателя состоит в том, что все результаты исследований, представленные в работе, выполнялись и были получены автором лично или при его непосредственном участии в лабораториях кафедры «Физическое и прикладное материаловедение» Донского государственного технического университета. Личный вклад соискателя также состоял в постановке целей и задач исследований, организации и проведении экспериментов и испытаний, обобщении и интерпретации результатов, подготовке основных публикаций по теме выполненной работы. При непосредственном участии автора проводился выбор методики исследования кинетики микродугового нагрева, интерпретации результатов исследования структуры, фазового состава и механических свойств с использованием методов микроиндентирования, склерометрии и относительной износостойкости при трении о закрепленные абразивные частицы.

В диссертационной работе на соискание ученой степени кандидата технических наук отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации (оригинальность на основе проверки в системе «Антиплагиат. ВУЗ» составила 82,47%).

Диссертация соответствует требованиям, установленным Положением о присуждении ученых степеней ВАК РФ. Работа написана автором самостоятельно,

обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения и свидетельствует о личном вкладе автора в науку.

На заседании 03.03.2020 года диссертационный совет пришел к выводу, что диссертация Давидяна Левона Варужановича является законченной научно-квалификационной работой, которая содержит разработанные научно обоснованные результаты применения оригинального метода микродугового нагрева для диффузионного насыщения стальных изделий из обмазок бором и бором совместно с карбидообразующими элементами, а также рекомендации по реализации данного процесса в производственных условиях, что вносит существенный вклад в развитие машиностроения и соответствует требованиям п. 9 Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 г., № 842 (ред. от 02.08.2016 г.) к кандидатским диссертациям, и принял решение присудить Давидяну Левону Варужановичу учёную степень кандидата наук по специальности 05.16.09 – «Материаловедение (машиностроение)».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 6 докторов по специальности 05.16.09, участвовавших в заседании, из 30 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 20, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель

диссертационного совета,
доктор технических наук,
профессор

Олег Николаевич Федонин

Ученый секретарь

диссертационного совета,
кандидат технических наук,
доцент

Виктор Александрович Хандожко

03 марта 2020 г.