

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ФГБОУ ВО
«Волгоградский государственный
технический университет»
д-р техн. наук, профессор
Кузьмин Сергей Викторович

« 21 »

2020 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет» на диссертационную работу Давидяна Левона Варужановича «Интенсификация диффузионного насыщения бором углеродистых и легированных сталей при микродуговом нагреве», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (машиностроение) в диссертационный совет Д 999.112.02, созданный на базе ФГБУН «Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук» и ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»

Актуальность темы

В диссертационной работе Давидяна Л.В. представлены результаты исследования структуры и свойств борированных слоев со сложной структурой, состоящей из участков твердой карбоборидной эвтектики в пластичной ферритокарбидной матрице, сформированных на сталях в результате одновременной диффузии бора и углерода. Подобная структура, согласно данным проведенного исследования приводила к увеличению комплекса механических свойств и износостойкости. С практической точки зрения в работе предложены технологические режимы нового метода для интенсификации процесса борирования – метода микродуговой химико-термической обработки. В этой связи диссертация Давидяна Л.В., которая посвящена исследованию структуры и свойств диффузионных борированных слоев, получаемых методом микродугового борирования, безусловно актуальна для современного материаловедения.

Научная новизна результатов

В диссертационной работе Давидяна Л.В. установлено, что после микродугового борирования в порошке каменного угля в результате одновременной диффузии бора и углерода на поверхности стали формируется слой сложного строения: по границам дисперсной ферритокарбидной смеси на основе железа расположены участки тройной карбоборидной эвтектики, с включениями Fe_2B и Fe_3C .

Научную новизну представляет также выявленное формирование после насыщения бором совместно с карбидообразующими элементами (Cr, W, Mo, V) в условиях микродуговой химико-термической обработки стали в ферритокарбидной основе диффузионного слоя участков тугоплавкой карбоборидной эвтектики, состоящей из твердого раствора бора и углерода в железе с включениями боридов, специальных карбидов, а также более сложных соединений: в боромолибденированном слое выявлен комплексный карбид Fe_2MoC , в боровольфрамированном - интерметаллид железа с вольфрамом Fe_7W_6 .

Установлено, что рациональное сочетание высокого комплекса механических свойств (микротвердость, пластичность, истинное сопротивление разрушению) и износостойкости может быть получено после микродугового боровольфрамирования стали за счет содержания в диффузионном слое высокотвердых включений: бориды Fe_2B и W_2B_5 , карбид WC , нитрид BN и интерметаллид Fe_7W_6 .

Установлена возможность реализации микродугового борирования стальных изделий с предварительно нанесенными хромовыми гальванопокрытиями толщиной 20 мкм. После микродуговой обработки толщина слоя возрастает с 20 до 40-50 мкм, что свидетельствует об интенсификации диффузионного насыщения при микродуговом нагреве.

Практическая значимость

Предложен новый способ микродуговой химико-термической обработки стали в порошке каменного угля, в котором совмещены процессы нагрева и диффузионного насыщения бором поверхности стального изделия. Разработаны технологические режимы микродугового нагрева, для создания боридных слоев с гетерогенной структурой, обладающих высокой

износостойкостью в сочетании с удовлетворительным сопротивлением хрупкому разрушению.

Разработаны технологические режимы микродугового нагрева, для создания боридных слоев с гетерогенной структурой, обладающих высокой износостойкостью в сочетании с удовлетворительным сопротивлением хрупкому разрушению.

На основании результатов исследований разработана технология микродугового борирования и успешно апробирована в условиях производства для повышения долговечности штампового инструмента из сталей X12Ф1 и X12МФ, а также пальцев, коромысел и толкателей из стали 20Х13 двигателя внутреннего сгорания М-1 мощностью 4 кВт.

Краткий анализ содержания диссертации

Введение содержит общие сведения о диссертации: актуальность, цель и задачи исследования, научную новизну, практическую значимость диссертации и другие общие характеристики работы. Сформулированные задачи исследования вытекают из поставленной цели и представляются достаточными для ее достижения.

В **первой главе** приведен анализ современного состояния процесса борирования, а также обоснование цели и задач исследования. Представлено подробное описание борирования: существующие методы борирования, методы интенсификации борирования.

Проведенный анализ современного состояния процесса борирования позволил выделить ряд недостатков в традиционных методах борирования (продолжительность обработки от 4 часов) и предлагаемых в научно-технической литературе способах интенсификации (сложность технологической реализации). На основании этого предложен метод микродуговой химико-термической обработки для борирования, который лишен указанных недостатков, прост в своем исполнении, не требует сложного дорогостоящего оборудования и позволяет сократить продолжительность обработки до 3-4 минут.

Во **второй главе** представлена методика проведения исследования, дано описание лабораторной установки для экспериментальных исследований, описание методик исследования структуры и свойств диффузионных борированных слоев, получаемых микродуговым борированием.

В **третьей главе** приведены результаты исследования технологических параметров микродугового борирования. Экспериментально установлены плотность тока на обрабатываемой поверхности, температура и продолжительность проведения процесса, выбраны составы обмазок для диффузионного насыщения. Описаны структуры диффузионных борированных слоев на стали 20, которые были получены при разных режимах микродуговой обработки. Представлены результаты исследования структуры получаемых борированных слоев на стали 20 (с использованием рентгеновского фазового и микрорентгеноспектрального анализа) и комплекса механических свойств и износостойкости. Теоретический вклад в работу вносит выбор теплофизической модели процесса, которую представили методом точечных источников, и произведенный термодинамический расчет возможных химических реакций, протекающих при микродуговом борировании. Представленные теоретические исследования дают адекватное описание экспериментальных результатов.

Четвертая глава содержит результаты исследования структуры, фазового состава и механических свойств диффузионных двухкомпонентных слоев, содержащих бор совместно с карбидообразующими элементами (Cr, W, V, Mo). На основании сравнительного анализа структуры и комплекса механических свойств выявлено, что наиболее рациональным сочетанием твердости, износостойкости, сопротивления разрушению и удовлетворительной пластичности обладали боровольфрамированные слои на стали 20.

В **пятой главе** представлены результаты исследования структуры и механических свойств и сопротивления разрушению борированных слоев на сталях X12Ф1 и 5ХНМ, а также исследованы особенности диффузионного насыщения при микродуговом борировании стальных изделий с предварительно нанесенным металлическим хромовым гальванопокрытием. Кроме того, предложен ряд технологических рекомендаций по реализации микродугового борирования в производственных условиях. Результаты диссертации прошли апробацию на ООО «Ростовский прессово-раскройный завод», где микродуговому борированию подвергали пуансоны для холодной пробивки отверстий из сталей X12Ф1 и X12МФ, также процесс был внедрен на производственном предприятии ООО НПФ «САНА-ТЕК» г. Коломна, для борирования пальцев двигателя М-1 из стали 20Х13.

Выводы, сформулированные в диссертации, логично вытекают из представленных автором результатов исследования. Данные, представленные в диссертации достоверны и основаны на общепризнанных методах исследований с использованием национальных и межгосударственных стандартов и современного оборудования.

Замечания по диссертации

1. Приведенный литературный обзор современного состояния процессов борирования излишне лаконичен, не содержит ни одной поясняющей иллюстрации.

2. Не совсем обоснован выбор при определении абразивной износостойкости в качестве эталона образцов из стали 20 без упрочняющей обработки. Вероятно, более логично использование в качестве эталона боридных покрытий, полученных по традиционным технологиям.

3. В параграфе 5.3 диссертации, посвященном разработке рекомендаций по применению диффузионного насыщения бором и бором совместно с хромом, вольфрамом, молибденом или ванадием при МДХТО, хотелось бы видеть чертежи деталей (пуансонов, пальцев, толкателей, коромысел), на которых был апробирован предложенный технологический процесс а также условия их эксплуатации.

4. В тексте диссертации отсутствуют данные о возможных типоразмерах изделий, подвергаемых борированию с микродуговым нагревом, и ограничениях, накладываемых на геометрическую форму поверхности.

Отмеченные в отзыве замечания не меняют общей положительной оценки научного уровня данного диссертационного исследования.

Заключение

Диссертационная работа Давидяна Левона Варужановича «Интенсификация диффузионного насыщения бором углеродистых и легированных сталей при микродуговом нагреве» является самостоятельной, завершенной научно-квалификационной работой, соответствует пункту 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года, в которой изложены новые научно-обоснованные технические решения по разработке нового метода борирования стальных деталей из обмазок в условиях микродугообразования.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации и в краткой форме содержит все ее основные положения.

Основные научные результаты диссертации изложены в 16 научных работах, в том числе в 9 статьях в российских периодических рецензируемых изданиях, входящих в перечень периодических рецензируемых изданий, рекомендуемых ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ, и 1 статья в журнале, индексируемом наукометрическими базами Web of Science и Scopus.

Автор диссертации Давидян Левон Варужанович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 - Материаловедение (машиностроение).

Заключение принято на расширенном заседании кафедры «Материаловедение и композиционные материалы» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет» (протокол № 2 от «20» января 2020 г.).

Заведующий кафедрой «Материаловедение
и композиционные материалы»

Волгоградского государственного
технического университета,

доктор технических наук (специальность

05.16.09 –Материаловедение

(машиностроение)), доцент

Гуревич Леонид

Моисеевич

Почтовый адрес: 400005, г. Волгоград, пр. В.И. Ленина, 28,

Тел. (8442)24-80-94, e-mail: mv@vstu.ru

