

ОТЗЫВ

официального оппонента

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)"

1. Актуальность темы исследования

Актуальность научной проблемы, решенной в диссертационной работе Л.В. Давидяна определяется широкими технологическими возможностями современных методов химико-термической обработки (ХТО) для упрочнения различных ответственных деталей машин и инструмента.

Применение борирования дает возможность получения наиболее износостойких и высокопрочных покрытий. Автором обоснованно сделан выбор в пользу микродугового борирования в обмазках, содержащих наряду с бором также тугоплавкие высокопрочные металлы, такие как хром, ванадий молибден и вольфрам, а также углерод. Данная технология обеспечивает возможность получения экстремально высоких значений прочности и износостойкости при удовлетворительной пластичности за счет использования в качестве упрочняющих фаз боридов и карбидов указанных элементов вместо боридов железа. Применение микродуговой ХТО отвечает задачам проведения интенсивной обработки, которая соответствует современной отечественной и передовой зарубежной производственной практике. Прочие способы методы интенсификации борирования не получили широкого промышленного применения, так как они чрезмерно усложняли технологию процесса (ультразвуковой метод, термоциклирование), либо приводили к оплавлению обрабатываемой поверхности (применение ТВЧ, лазерное и электроискровое борирование). Кроме того, использованный способ борирования является по сравнению с жидкостными процессами технологически безвредным с точки зрения защиты персонала и охраны окружающей среды.

В качестве цели работы автор определил получение диффузионных борированных слоев на сталях методом микродугового борирования, которые обладают рациональным сочетанием высоких прочностных, пластических свойств, сопротивления разрушению и износостойкости.

В связи с изложенным, актуальность рассматриваемой работы не вызывает сомнений.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна

Обоснованность и достоверность результатов, изложенных в диссертации Л.В. Давидяна, обеспечивается широким применением современных методов структурных исследований, включая рентгеновский фазовый анализ и эмиссионную сканирующую электронную микроскопию, а также испытаний на механические свойства (в том числе, с использованием прецизионного индентирования). Полученные автором результаты не противоречат современным теоретическим представлениям о формировании упрочненных слоев, упрочненных боридами и карбидами, а также о влиянии легирования Cr, Mo, V, W на закономерности формирования борированных слоев и их механические свойства.

Научная новизна диссертации, в частности, определяются следующим.

Автором установлено, что в результате проведения обработки углеродистых сталей в порошках каменного угля, содержащих одновременно бор и углерод, после микродугового борирования образуется слой сложного фазового состава: по границам дисперсной ферритокарбидной смеси на основе железа расположены участки тройной карбоборидной эвтектики с включениями Fe_2B и Fe_3C .

Убедительно показано, что после насыщения бором совместно с карбидообразующими элементами (Cr, W, Mo, V), в условиях микродуговой ХТО стали, в ферритокарбидной основе диффузионного слоя формируются участки тугоплавкой карбоборидной эвтектики, состоящей из твердого раствора бора и углерода в железе с включениями боридов и карбидов железа и тугоплавких металлов, а также более сложных соединений: в боромолибденированном слое выявлен комплексный карбид Fe_2MoC , в боровольфрамированном - интерметаллид железа с вольфрамом Fe_7W_6 .

Автором исследованы определяющие работоспособность обрабатываемых деталей эксплуатационные свойства (микротвердость, истинное сопротивление разрушению, определенное методом склерометрии, и износостойкость) диффузионных слоев на стали после микродугового боровольфрамирования, содержащих высокотвердые включения: бориды Fe_2B и W_2B_5 , карбид WC, нитрид BN и интерметаллид Fe_7W_6 .

Автором показано, что после микродуговой обработки толщина слоя возрастает за 4 минуты с 20 мкм до 35-40 мкм, что свидетельствует об интенсификации диффузионного насыщения при микродуговом нагреве. Автор убедительно объясняет интенсификацию процесса диффузионного насыщения за счет явления электродиффузии, обусловленным взаимодействием насыщающих атомов и ионов с направленным потоком электронов.

С практической точки зрения следует отметить новый способ проведения микродуговой комбинированной ХТО стали в порошке каменного угля. Кроме

того, автором впервые разработана технология микродугового борирования изделий из углеродистых сталей с предварительно нанесенными гальванопокрытиями хрома толщиной 20 мкм.

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

Практическая значимость диссертации заключается также в повышении долговечности на 30-60 % обработанного инструмента (пуансонов), а также снижением затрат на изготовление ответственных деталей поршневых двигателей, что подтверждается актами внедрения организаций-эксплуатантов.

3. Оценка содержания диссертации, автореферата, степень завершенности

Диссертация состоит из введения, пяти основных глав, заключения, списка использованных источников информации и двух приложений. Работа изложена на 128 страницах, содержит 17 таблиц, 43 рисунка. Список использованных источников содержит 141 наименование отечественных и зарубежных авторов. В приложениях приведены акты промышленной апробации и внедрения результатов научно-исследовательской работы на ООО «Ростовский прессово-раскройный завод» и ООО НПФ «САНА-ТЕК» (производство уплотнений вращающихся валов и подшипников скольжения), г. Коломна Московской области.

Диссертация является законченной квалификационной работой, в которой корректно сформулированная цель получения диффузионных слоев на сталях методом микродугового борирования и обеспечения, тем самым, повышенных эксплуатационных свойств достигнута, а поставленные задачи успешно решены.

Автореферат в объеме 17 страниц и опубликованные работы в достаточном объеме отражают основное содержание диссертации. Следует отметить большое количество публикаций (9) диссертанта в ведущих рецензируемых журналах, кроме того, тезисы доклада автора на международной конференции индексированы в SCOPUS. Апробация работы проведена на научно-технических конференциях, включая 3 с международным участием.

Диссертация и автореферат, в основном, написаны технически грамотным языком. Главы диссертации изложены в логически обоснованном порядке. Работа обладает внутренним единством научного замысла и изложения.

4. Замечания

Вместе с тем, отмечается ряд замечаний по работе.

1. На странице 59 на основании повышенной концентрации бора по границам зерен автор делает вывод о преобладании зернограницной диффузии бора и углерода по сравнению с объемной. Одновременно автором отмечается образование по границам зерен двойной железо-бор и тройной железо-углерод-бор эвтектики, которые характеризуются относительно большим содержанием бора. Образование новых фаз по границам зерен энергетически более обоснованно, чем в объеме зерен, практически, вне зависимости от скорости диффузии. Поэтому вывод автора о преобладании зернограницной диффузии элементов внедрения представляется преждевременным с учетом высоких температур процесса (1050-1150 °С по данным автора).

2. В работе оценивали износостойкость до и после диффузионного насыщения, используя закрепленные абразивные частицы. Автор не объяснил мотивов выбора данного метода износных испытаний. Вместе с тем, не ясно, насколько этот метод соотносится с тем, что при промышленной апробации процесса ХТО упрочняли такие детали, как пуансоны для холодной пробивки, а также пальцы, коромысла и толкатели двигателей внутреннего сгорания.

3. Не ясно, возможно ли управлять толщиной диффузионных слоев при микродуговом насыщении В и Cr, В и Мо, В и W, В и V, а также механическими свойствами этих слоев.

4. Автор систематически ссылается не на научную, а на учебную литературу (работы 12, 81, 110-113, 129, 130).

5. Заключение диссертационной работы содержит только общие выводы по ней, при этом, в частности, не раскрыты перспективы дальнейшей разработки темы диссертации.

5. Заключение

Сделанные замечания не снижают научной значимости и практической ценности работы. Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технологические решения и разработки, связанные с получением диффузионных слоев на сталях методом микродугового борирования, в том числе с одновременным насыщением высокопрочными тугоплавкими металлами, имеющие существенное значение для развития отечественного машиностроения.

Настоящая работа соответствует паспорту научной специальности 05.16.09.

По актуальности темы, научной новизне, практической значимости и достоверности результатов представленная работа, личному вкладу автора, полноте опубликования результатов в ведущих рецензируемых изданиях соответствует требованиям к кандидатским диссертациям, содержащимся в п.п. 9,

10, 11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842.

Автор диссертационной работы, Давидян Левон Варужанович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – «Материаловедение (Машиностроение)».

Официальный оппонент: доктор технических наук (научная специальность 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»), 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)

"20" 01 2020 г.

Семенов Михаил Юрьевич

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (Национальный исследовательский университет)» (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1, 105005.
Тел. +7 (499) 263-6391, email: bauman@bmstu.ru, <http://bmstu.ru>

Подпись Семенова Михаила Юрьевича, доктора технических наук, профессора кафедры «Материаловедение» заверяю:

