

ОТЗЫВ

Швейкина Владимира Павловича, доктора технических наук, доцента, директора Института Машиноведения имени Э.С. Горкунова Уральского отделения Российской академии наук на диссертацию **Плесовских Алексея Юрьевича**, выполненную на тему «Управление структурообразованием и свойствами вольфрамсодержащих покрытий, полученных газотермическим напылением» и представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.1. – **Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.**

Актуальность темы исследования. Диссертация посвящена разработке мероприятий, направленных на управление структурообразованием и комплексом механических свойств вольфрамсодержащих покрытий, полученных газотермическим напылением порошковых композиций системы Ni-Cr-B-Si-WC на поверхность ответственных деталей нефтегазового машиностроения. На сегодняшний день это чрезвычайно актуальное направление для исследования в связи с тем, что в условиях сложившихся внешнеэкономических отношений, приобретение новых штоков компрессоров Dresser-Rand, CPI Compressor Products International и Cameron Compression System взамен изношенных затруднительна и существует острая необходимость разработки рациональной технологии упрочения подобных деталей с обоснованием влияния режимов нанесения покрытий на структуру и фазовый состав рабочей поверхности, с целью обеспечения безаварийной работы дожимных компрессорных станций нефтегазовых предприятий России.

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

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций диссертанта подтверждается:

- новизной научных положений, выносимых на защиту, значением их для мировой и отечественной теории и практики, страны и отрасли научных знаний;
- глубоким анализом полученных выводов и закономерностей, доказательством их как основания предложенных рекомендаций;
- опытом практической реализации результатов исследования в производстве, научных исследованиях, учебном процессе образовательных учреждений;
- подтверждением результатов экспертными оценками специалистов, обсуждением результатов исследования на международных и всероссийских научных конференциях;
- публикациями основных результатов исследования в рецензируемых научных изданиях, включенных в «Перечень...» ВАК РФ.

Достоверность результатов исследования обеспечена следующими факторами:

- использование современных методик сбора и обработки исходной информации;
- построение теории на известных, проверяемых данных, и согласованием

ее с результатами ранее выполненных исследований;

- непосредственное участие соискателя в получении исходных данных и научных экспериментах;

- точность измерения параметров исследуемых объектов;

- обоснованный подбор объектов (единиц) наблюдения и измерения.

Полученные в работе выводы позволили сделать заключение о значительном объеме проведенных исследований и обеспечили возможность корректно оценить экономический эффект от использования полученных автором результатов.

Результаты и выводы являются обобщением теоретических и экспериментальных результатов и представляют несомненную ценность для науки и практики, обладают научной новизной и достоверностью.

Содержание диссертации соответствует п. 2 «Теоретические и экспериментальные исследования фазовых и структурных превращений в металлах и сплавах, происходящих при различных внешних воздействиях, включая технологические воздействия, и влияние сварочного цикла на металл зоны термического влияния, их моделирование и прогнозирование», п. 3 «Теоретические и экспериментальные исследования влияния структуры (типа, количества и характера распределения дефектов кристаллического строения) на физические, химические, механические, технологические и эксплуатационные свойства металлов и сплавов» и п. 6 «Разработка новых и совершенствование существующих технологических процессов объемной и поверхностной термической, химико-термической, термомеханической и других видов обработок, связанных с термическим или термомеханическим воздействием, цифровизация и автоматизация процессов, а также разработка информационных технологий систем сквозного управления технологическим циклом, специализированного оборудования» паспорта научной специальности 2.6.1. «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Научная новизна:

1. Научно и экспериментально обоснован новый (подтвержденный патентом) состав композиционного вольфрамсодержащего порошкового покрытия системы NiCr-B-Si-WC (59,0% Ni; 28,9% W; 5,3% Cr; 1,7% Fe; 1,2% B; 2,5% Si; 1,4% C), отличающийся рациональным содержанием легирующих элементов (W, Cr, B) в никелевой матрице, дисперсностью карбидной фазы в пределах 15–30 мкм, что обеспечивает формирование износостойкого слоя на рабочих поверхностях деталей нефтегазового оборудования.

2. Впервые установлены зависимости между морфологическим составом порошковых композиций и параметрами газотермического напыления вольфрамсодержащего покрытия системы Ni-Cr-B-Si-WC, позволяющие управлять структурой и свойствами формируемой поверхности.

3. Предложен механизм упрочнения, основанный на объемном приросте и межламельном перераспределении в γ -твердом растворе дисперсных фаз Cr₂₃C₆, Cr₇C₃, Cr₃W₃C, Cr₅B₃ и B₄C, отличающийся формированием монолитной структуры, обладающей оптимальным упругопластическим состоянием и высокой степенью заполнения межламельных микропустот и обеспечивающий снижение по-

ристости с 2,5 до 1 %, повышение микротвердости и износостойкости поверхности на 35-50%.

Практическая значимость работы состоит в разработке и внедрении импортозамещающей технологии поверхностного упрочнения штоков поршневых компрессоров нефтегазового оборудования, гарантирующей регламентированные значения микротвёрдости, износостойкости, адгезионной прочности покрытия, при соблюдении шероховатости и геометрической точности изделия в соответствии с отраслевыми стандартами. Предложен метод формирования монолитного поверхностного слоя на основе вольфрамсодержащих композиций, включающий холодное газотермическое напыление с последующим оплавлением границ армированной карбидами никелевой металлической основы последующей высокотемпературной термической обработкой, в виде закалки с температуры 1100-1150 °С в водополимерную среду «Термат», формирующей спеченную ламельную структуру с выделением устойчивых дисперсных включений на основе хрома, вольфрама и бора. Технологичность и эксплуатационная стойкость разработанного покрытия подтверждается актами внедрения: - на Оренбургском газоперерабатывающем заводе ООО «Газпромпереработка» при промышленной эксплуатации, упрочненного порошковой композицией Ni-Cr-B-Si-WC штока компрессора марки 382K01; - на предприятии ООО «Технология» г. Оренбурга успешно проведены промышленные испытания разработанных порошковых композиций, предназначенных для упрочнения штоков поршневых компрессоров дожимных компрессорных станций (ДКС) 1, 2 и 3 ступеней.

Оценка содержания диссертации, ее завершенности и качества оформления.

Диссертация Плесовских А.Ю. оформлена по общепринятой структуре.

В целом работа выполнена на хорошем методическом и теоретико-экспериментальном уровне. Анализ содержания позволяет заключить, что все поставленные задачи решены и цель исследования - достигнута.

Оформление диссертации и автореферата диссертации качественное в соответствии с нормативными требованиями, изложение материала - чёткое, лаконичное и корректное.

Основные результаты диссертации достаточно полно отражены в 10 публикациях, в том числе 5 статей в рецензируемых научных журналах из «Перечня...» ВАК и 1 патенте, что свидетельствует о новизне результатов исследования и об ознакомлении ее широким кругом научной и инженерно-технической общественности.

Автореферат полностью отражает содержание диссертационной работы и достаточно полно раскрывает её сущность.

Основные замечания по работе.

В целом по диссертационной работе возникли следующие вопросы.

1. По каким параметрам разработанное импортозамещающее покрытие превосходит зарубежные аналоги?

2. Согласно позиции №6 заключения срок ремонтных простоев за счет применения отечественной технологии нанесения покрытия сокращается с 270 до 45 дней, то есть более чем в 5 раз. С чем это связано?

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней.

Диссертация Плесковских Алексея Юрьевича на тему «Управление структурообразованием и свойствами вольфрамсодержащих покрытий, полученных газотермическим напылением» содержит научно-обоснованные технические и технологические решения научных и практических проблем в области обеспечения работоспособности металлургического инструмента, что способствует развитию теоретического и прикладного материаловедения.

Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, что свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку. Диссертация имеет прикладной характер и в ней приводятся сведения о практическом использовании полученных автором диссертации научных результатов. Предложенные автором диссертации решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

Изложенное выше позволяет сделать заключение, что работа «Управление структурообразованием и свойствами вольфрамсодержащих покрытий, полученных газотермическим напылением» отвечает требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 2.6.1. – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов, а её автор, Плесковских Алексей Юрьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Доктор технических наук по специальности

2.6.1. – Металловедение и термическая обработка

металлов и сплавов,

директор Института Машиноведения имени Э.С. Горкунова

Уральского отделения Российской академии наук,

доцент



Швейкин Владимир Павлович

620049 г. Екатеринбург, ул. Комсомольская, д. 34, +7 (343) 374-47-25;
www.imach.uran.ru

Подпись **Швейкина Владимира Павловича**, доктора технических наук, доцента, директора Института Машиноведения имени Э.С. Горкунова Уральского отделения Российской академии наук заверяю:

Заместитель директора по научной работе,

К.т.н. Камарнев Иван Сергеевич _____ февраля 2026 года