

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук

Бобковой Татьяны Игоревны на диссертацию **Сердюка Никиты Александровича** на тему **«Разработка технологии формирования диффузионных металлических покрытий на стальных изделиях в расплавах легкоплавких металлов с использованием защитных флюсов»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (машиностроение)

Большинство изделий, эксплуатирующихся в нефтехимической отрасли, подвергаются интенсивному износу в результате эрозионного, коррозионного и других видов воздействия на их рабочие поверхности. Современный технический прогресс предъявляет всё более возрастающие требования к эксплуатационным свойствам компонентов перекачивающих комплексов. Качественно новым среди них является требование многофункциональности-сочетания одновременно в одном и том же изделии высоких, часто трудно сочетаемых, механических, физических и химических свойств. Стандартные материаловедческие принципы формирования структуры и свойств, основанные на традиционных термических и деформационных воздействиях на твердое тело, уже не способны удовлетворить этому требованию. Для обеспечения работоспособности значительного количества оборудования и деталей, изготавливаемых из широко применяемых и относительно недорогих конструкционных материалов, на их рабочие поверхности наносят функциональные покрытия, обладающие необходимым комплексом свойств.

Однако традиционные методы химико-термической обработки в данном случае являются недостаточно эффективными. Поэтому требуется применение новых процессов диффузионного насыщения поверхности нагруженных машиностроительных деталей, позволяющих получать

ОТЗЫВ
ВХ.ИЗ-6 АГОБ.12.21
АУ УС

качественные покрытия с использованием различных легирующих элементов и транспортных сред разного типа.

Для создания качественных, бездефектных диффузионных слоев заданного состава и требуемой толщины необходимо иметь грамотно выстроенную и хорошо отработанную технологию нанесения покрытия, учитывающую все возможные технические и технологические особенности процесса. Поэтому цель работы, сформулированная автором как разработка научных положений и технологии диффузионной металлизации стальных изделий в расплавах легкоплавких металлов с использованием электропечей с воздушной средой и защитных флюсов для получения коррозионностойких покрытий является актуальной для современного машиностроения.

Идея работы заключается в научном и практическом обосновании возможности применения флюсов для получения диффузионных металлических покрытий с целью защиты поверхности стальных изделий и транспортного расплава от высокотемпературного окисления.

В методическом плане диссертация построена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к научному исследованию: имеется анализ состояния проблемы, теоретическое обоснование решаемых задач, экспериментальные исследования. В работе, состоящей из введения, четырех глав, заключения и списка научно-технической литературы приводятся результаты комплексного анализа и исследований по указанной проблеме.

Весьма интересны результаты, полученные автором при выполнении расчета изобарно-изотермического потенциала реакций взаимодействия компонентов исследуемых флюсов и оксидов на поверхности изделия и транспортного расплава, подтверждающие защитную способность флюсов от высокотемпературного окисления в воздушной среде электропечи.

Значительные с научной и практической точек зрения также результаты, полученные при определении температурного режима изотермической выдержки для осуществления процесса диффузионной металлизации с

использованием $\text{NaCl-Na}_2\text{CO}_3$ при 800°C в течении 4,5 ч., с использованием $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, $\text{CaO-Li}_2\text{CO}_3\text{-B}_2\text{O}_3$ при 950°C в течении 4 ч.

Технологический подход использования флюса $\text{CaO-Li}_2\text{CO}_3\text{-B}_2\text{O}_3$, предложенный автором в диссертационной работе, обеспечивает формирование качественного диффузионного покрытия, состоящего из твердых растворов никеля с железом переменной концентрации с фазами Fe_3Ni и FeNi , содержащими до 42 % никеля, толщиной 20-22 мкм точно воспроизводящего форму покрываемого образца с максимальной величиной микротвердости покрытия 2980 МПа;

Наряду с высокой степенью научной значимости сформулированных в диссертации положений, выводов и рекомендаций, следует отметить несомненную практическую полезность работы, выраженную в комплексном изучении микроструктуры и свойств диффузионных никелевых покрытий, нанесение которых увеличивает коррозионную стойкость углеродистых сталей в 10 % водном растворе KOH в 5 раз; в 40 % водном растворе KOH в 10 раз; в 10 % в водном растворе NaCl в 2 раза; в 5 % водном растворе HCl в 15 раз; в 5 % водном растворе H_2SO_4 в 10 раз.

Практическая значимость работы заключается в определении состава флюса $\text{CaO-Li}_2\text{CO}_3\text{-B}_2\text{O}_3$, обеспечивающего получение качественных диффузионных покрытий, состоящих из твердых растворов никеля с железом переменной концентрации с фазами Fe_3Ni и FeNi , а также в разработанной технологии формирования диффузионных металлических покрытий, защищающих детали нефтехимического оборудования от коррозионного воздействия агрессивной среды.

Большой объем экспериментальных данных, их подробный анализ и обоснованное использование современного технологического и аттестованного аналитического оборудования обеспечивают безусловную достоверность полученных результатов.

В работе имеются некоторые недостатки:

1. В главе 2 приведен Химический состав никеля марки НП1 (Таблица 2.5.), в котором ошибочно указано содержание Pb в количестве 99,9% по массе.

2. В главе 3 продемонстрировано, что разработанная компьютерная программа позволяет определять состав транспортного расплава и продолжительность процесса диффузионной металлизации, но она не позволяет осуществлять возможность выбора состава защитного флюса.

3. В главе 4 при определении качественных показателей диффузионных никелевых покрытий недостаточно подробно изучен вопрос возникновения пор в получаемых диффузионных покрытиях. Рекомендуется в следующих исследованиях более детально изучить возможное возникновение диффузионной пористости в покрытиях.

Указанные недостатки, являясь предметом конструктивных дискуссий, ни в коей мере не снижают решающих преимуществ диссертационной работы Сердюка Никиты Александровича. Сделанные замечания не снижают общей положительной оценки работы и не подвергают сомнению выводы, сделанные по ней.

Работа характеризуется как законченный научный труд с высоким качеством оформления, текст проиллюстрирован достаточным количеством рисунков и графиков. Язык, стиль диссертации и автореферата соответствуют принятым стандартам научно-исследовательской работы. Основные результаты диссертации подтверждены публикациями в научных изданиях, рекомендованных ВАК, а также индексируемых базой SCOPUS, широко освещены на научных и научно-технических конференциях всероссийского и международного уровней, получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭЕМ.

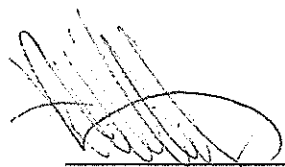
Диссертация Сердюка Никиты Александровича, представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (Машиностроение), является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены актуальные для

машиностроительной отрасли научно обоснованные технические и технологические решения по повышению коррозионной стойкости стальных изделий. В работе обосновано применение созданной автором компьютерной программы, даны рекомендации по параметрам её применения.

Работа соответствует паспорту специальности 05.16.09 – Материаловедение (Машиностроение). Опубликованные статьи, а также автореферат достаточно полно отражают содержание диссертации и основные результаты исследований.

Диссертационная работа, соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 20.05.2021 № 953 адм., а ее автор Сердюк Никита Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (Машиностроение).

Официальный оппонент,
к.т.н., начальник лаборатории
«Конструкционные наноматериалы и
покрытия»

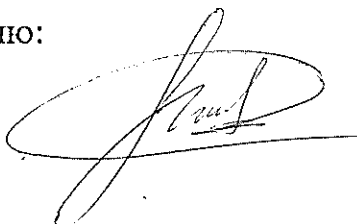
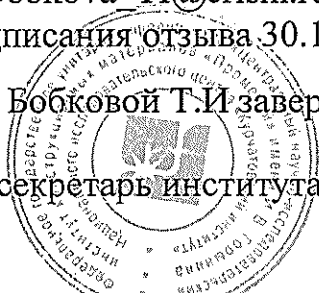


Бобкова Татьяна
Игоревна

Телефон: 8(812)335-58-50
E-mail: Bobkova TI@crism.ru
Дата подписания отзыва 30.11.2021

Подпись Бобковой Т.И. заверяю:

Ученый секретарь института



Фармаковский Б.В.

Почтовый адрес: 191015, Санкт-Петербург, ул. Шпалерная, д. 49,
Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов «Прометей» имени И.В. Горынина Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»