

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Михайлова Андрея Владимировича
«Разработка технологии поверхностного легирования хромоникелевыми комплексами из
среды легкоплавких металлов с использованием печей с защитной атмосферой»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.6.17 – «Материаловедение»

Отдельные элементы химического и нефтехимического оборудования эксплуатируются в достаточно агрессивных условиях с высоким риском коррозии и абразивного износа. Для повышения экономической эффективности производства подобных деталей рационально использование экономнолегированных углеродистых и низколегированных конструкционных сталей в сочетании с упрочняющей обработкой поверхностного слоя, в частности методами химико-термической обработки.

Работа базируется на результатах исследования технологии поверхностного легирования хромоникелевыми легирующими комплексами из среды расплавов легкоплавких металлов, основанной на эффекте направленного массопереноса легирующих элементов из жидкометаллической среды. Технология позволяет изменять свойства поверхностных слоев металлоизделий в широком интервале, тем не менее она ограничено применяется в производстве по причине технологических особенностей, связанных с процессом высокотемпературного окисления в условиях технологических температур (950-1100 °С). Существующие способы осуществления технологии, предполагают применение дорогостоящего, сложного в эксплуатации и обслуживании вакуумного оборудования. В данной работе, соискателем предложена концепция защиты от высокотемпературного окисления специальным флюсом и продувом нагревательной камеры инертным газом.

Автореферат написан грамотным научным языком, в тексте сформулированы цель, идея и задачи исследования, приведены выносимые на защиту положения и их обоснование.

По результатам литературного обзора, выполненного в первой главе диссертации, сформулированы необходимые требования к транспортной жидкометаллической среде, обрабатываемому металлу, легирующим элементам и комплексной защите от высокотемпературного окисления. Описаны основные сложности, связанные с технологическим переходом от вакуумного нагревательного оборудования к открытому способу, на основании чего сделаны соответствующие выводы и рекомендации. В дальнейшем, эти результаты позволили обоснованно выбрать в качестве транспортной среды эвтектику Pb-Vi, Cr и Ni в качестве легирующих элементов, а также определить технологические параметры процесса поверхностного легирования – изотермическая выдержка в течении 4 часов при температуре 950 °С. В качестве защиты транспортного расплава от высокотемпературного окисления выбран флюс состава $\text{CaO-Li}_2\text{CO}_3\text{-B}_2\text{O}_3$, исключение окисления в объеме термической камеры печи достигнуто использованием инертного газа – аргона.

Апробация предложенной технологии выполнена на разработанном и изготовленном соискателем Михайловым А.В. экспериментальном стенде, защищенном патентом. Экспериментальная часть исследования включала металлографические исследования образцов, обработанных по технологии поверхностного легирования из жидкометаллической среды, а также определение микротвердости, химического состава и параметров износостойкости. Оценка критериев работоспособности предлагаемого метода защиты от высокотемпературного окисления и качества получаемых хромоникелевых диффузионных слоев осуществлялось на основании таких параметров как: глубина диффузионного слоя, сплошность, наличие/отсутствие дефектов и равномерность слоя на поверхности образцов.

В результате проведенных экспериментов доказано, что совместное применение высокотемпературных флюсов и продува нагревательной камеры печи обеспечивает получение

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-233 от 07.09.23
АУ ВС

качественных, сплошных и бездефектных диффузионных слоев на поверхности образцов из стали 20. В том числе, скорость общей коррозии полученных слоев в 10 и 40 % водном растворе КОН снизилась в 10 раз, в 10 % растворе NaCl в 16 раз, в 5 % растворе HCl в 14 раз, в 5 % водном растворе H₂SO₄ в 15 раз. Стойкость к износу повысилась в 1,5 раза по сравнению со значениями для необработанного материала.

Полученные результаты характеризуются научной новизной, теоретической и практической значимостью, в том числе разработана технология поверхностного легирования стальных изделий хромоникелевыми легирующими комплексами из среды расплавов легкоплавких металлов в условиях защиты от высокотемпературного окисления инертным газом и защитным флюсом.

В качестве замечаний по автореферату можно отметить следующее:

1. При описании результатов коррозионных испытаний не указан характер коррозионных повреждений.
2. В тексте не упомянуты результаты исследования элементного состава полученных диффузионных слоев, указанных в 4 главе диссертации.

Указанные замечания носят уточняющий характер и не затрагивают основных выводов. Диссертация Михайлова А.В. представляет собой законченную научно-исследовательскую работу. Результаты работы апробированы на 8 конференциях и выставках, а также опубликованы в 9 статьях, 2 из которых в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК, 2 в международной базе Scopus. Получено 2 патента на изобретение.

Диссертация «Разработка технологии поверхностного легирования хромоникелевыми комплексами из среды легкоплавких металлов с использованием печей с защитной атмосферой», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. - Материаловедение, соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор – Михайлов Андрей Владимирович – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. - Материаловедение.

Директор института прикладного искусства, заведующий кафедрой технологии художественной обработки материалов и ювелирных изделий ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна», доктор технических наук, профессор

Жукова Любовь Тимофеевна
«4» сентября 2023г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
191186, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 27
тел.: +7 (812) 314-11-74
e-mail: dekanat_ipi@mail.ru

Подпись Жуковой Л.Т. заверяю

