

ОТЗЫВ

**официального оппонента на диссертационную работу
Гусева Александра Игоревича «Формирование структуры и механизмы
повышения абразивной износостойкости электродуговых покрытий,
наплавленных порошковыми проволоками», представленной
к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния**

Актуальность темы диссертационной работы

Эффективность использования электродуговых покрытий для защиты поверхности деталей оборудования от абразивного и других видов изнашивания определяется как составом используемых наплавочных материалов, так и режимами их нанесения. В настоящее время разработана большая номенклатура порошковых проволок для наплавки износостойких покрытий, работающих в различных условиях. Вместе с тем на практике они не всегда удовлетворяют предъявляемым требованиям, поскольку не в полной мере соответствуют особенностям эксплуатации того или иного оборудования. При этом используемые наплавочные материалы часто являются импортными, что сказывается на их цене и в перебоях с поставками. В связи с этим разработка отечественных наплавочных материалов для конкретных условий эксплуатации деталей оборудования, не уступающих по своим характеристикам лучшим зарубежным аналогам, является актуальной задачей. Диссертационная работа Гусева А. И. посвящена ее решению на примере разработки состава новой порошковой проволоки для электродуговой наплавки с целью защиты от абразивного изнашивания поверхности шнеков угольного комбайна, путём оптимизации структуры и свойств покрытий.

Общая характеристика диссертационной работы

Содержание работы включает введение, четыре главы, заключение, список литературы из 136 наименований и два приложения. Диссертация изложена на 149 страницах, содержит 23 таблицы и 39 рисунков.

СибГИУ		
Вход. №	1012	
27	12	20 11 г.

Во введении обоснованы актуальность темы исследований, степень ее разработанности, сформулированы цели и задачи диссертационной работы, представлены научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы исследования, положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация работы. Кроме этого, во введении дана характеристика публикаций и личного вклада соискателя, отражено соответствие содержания диссертации паспорту специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния по пунктам 1 и 7, описана структура и приведены количественные характеристики диссертации.

Первая глава является обзорной и посвящена изучению особенностей элементного состава, структурно-фазовых состояний и механизмов абразивного изнашивания электродуговых покрытий, наплавляемых на детали горно-шахтного оборудования. Проанализировано влияние термических условий и технологических факторов на структуру и свойства формируемых покрытий. Проведенный литературный обзор позволил автору представить современное состояние вопроса по разработке закономерностей изнашивания покрытий, формируемых методами электродуговой наплавки, и на основании этого сформулировать цель и задачи исследования.

Вторая глава содержит в себе аттестацию новой порошковой проволоки, разработанной для защиты от изнашивания лопастей шнека горнодобывающего комбайна. Рассмотрены режимы и оборудование, использованные для наплавки покрытий, приведены физические методы исследования химического и фазового состава покрытий, особенностей их структуры и механических свойств.

В третьей главе диссертации приведены результаты исследований влияния химического состава новой порошковой проволоки, содержащей в качестве флюса техногенные отходы, на структуру и свойства сформированных электродуговых покрытий. При выборе химического состава наплавляемых покрытий с целью восстановления деталей оборудования руководствовались необходимостью формирования наиболее благоприятных износостой-

ких мартенситной и аустенитной структур. Принимая во внимание сложность состава применяемых материалов и влияние на формирование материала при наплавке различных технологических параметров, в работе использовался метод планируемого факторного эксперимента. Это позволило выявить направление и величину воздействия различных химических элементов, входящих в состав порошковой проволоки на основе системы Si-Mn-Cr-Ni-Mo, на твердость и скорость изнашивания покрытий. Проанализировано усвоение различных элементов при формировании покрытий. По результатам исследований для проведения промышленных испытаний на заготовках в виде пластин были выбраны покрытия, не содержащие вольфрам. Исследования загрязненности наплавленных слоев показало присутствие в них силикатов недеформирующихся и оксидов точечных, в количествах, которые не оказывают влияния на износостойкость. Проведена оценка влияния структуры на характер изломов покрытий. Методами математико – статистического анализа определены зависимости твердости и износостойкости наплавляемых покрытий от массовой доли элементов, входящих в состав порошковых проволок системы Fe-C-Si-Mn-Cr-Ni-Mo-Ni-V-Co как без, так и с учётом влияния водорода. Детальное исследование особенностей структуры и фазового состава получаемых покрытий, их дефектности (поры, включения неметаллических соединений и трещины) позволило выбрать наиболее оптимальный состав наплавляемого материала, на который получен патент. Использование в составе новой порошковой проволоки углеродфторсодержащей добавки позволило снизить в покрытиях количество пор по сравнению с покрытиями, наплавленными порошковой проволокой DT-SG 600F фирмы DRATEC Draht-Technik GmbH.

В четвертой главе представлены результаты промышленных испытаний, проведенных на ООО «Шахта Листвяжная» на шнеках комбайна JOY 4LS20. На лопасти шнека устанавливали пластины с электродуговым покрытием разработанного состава, наплавленным порошковой проволокой, содержащей в качестве флюса техногенные отходы. Нарботка шнеков за пери-

од испытания по опытной технологии составила 253654 т угля, а при наработке шнеков по используемой ранее технологии – 204698,7 т угля. Показано, что износостойкость покрытия, выполненного новой порошковой проволокой при меньшей себестоимости, на 19,3 % выше, чем покрытия, выполненного наплавочной проволокой зарубежного аналога.

В заключении приведены основные результаты, полученные в результате выполнения диссертационной работы.

Значимость полученных результатов для науки и практики

Научная новизна. В работе представлен ряд новых и важных научных результатов, основные из которых следующие:

- установлено закономерности и получены новые количественные данные по влиянию химического состава электродуговых покрытий системы Fe-C-Si-Mn-Cr-Ni-Mo на их твердость и абразивную износостойкость.

- выявлены структурно-фазовые состояния электродуговых покрытий, сформированных порошковыми проволоками различного химического состава. Впервые установлены закономерности и научно обоснован механизм влияния углеродфторсодержащей добавки к наплавочному материалу системы на повышение стойкости к абразивному износу;

- установлены механизмы упрочнения электродуговых покрытий, обусловленные формированием структуры, содержащей карбиды металлов, образованием твердых растворов и закалочными эффектами;

- разработан новый состав и способ получения износостойкого наплавочного материала для деталей горнодобывающей промышленности (патент РФ № 2641590).

Научная значимость работы. С использованием высокоинформативных методов физики конденсированного состояния и физического материаловедения, а также применения методов планирования многофакторных экспериментов, получены новые знания о строении, структуре, фазовом составе, свойствах и механизмах абразивного изнашивания покрытий, наплавлен-

ных электродуговым методом порошковыми проволоками системы Fe-C-Si-Mn-Cr-Ni-Mo, содержащих в качестве флюса техногенные отходы.

Практическая значимость. Апробирование электродуговых покрытий в условиях эксплуатации на горнодобывающем предприятии показало высокую эффективность их использования для повышения срока службы лопастей шнека комбайна 4LS20. Результаты диссертационной работы, внедрены в учебный процесс при подготовке обучающихся в ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет». Практическая значимость работы подтверждена соответствующими актами.

Достоверность полученных результатов обусловлена корректностью постановки задач, применением современных методов и приборов исследования и подтверждается большим объемом согласующихся друг с другом экспериментальных данных, их статистической обработкой. Таким образом, выводы по диссертации обоснованы.

Замечания по диссертационной работе

1. В описании актуальности работы и степени проработанности проблемы не отражен вклад в решение данной научно-технической проблемы конкретных научных коллективов и отдельных учёных.

2. По оформлению работы следует сделать замечание, касающееся различия в объёмах первой и третьей глав по сравнению со второй и четвертой, при этом громоздкие таблицы в разделе планируемого многофакторного эксперимента в третьей главе можно было бы вынести в приложение..

3. В работе приводятся результаты испытаний на излом с оценкой фрактографии изломов, однако описание метода испытаний не приводится.

4. В работе много представлено результатов металлографических исследований, но на них отсутствуют поясняющие указатели особенностей структуры и отдельных фазовых составляющих.

5. В п. 3 заключения утверждается, что в работе получены новые количественные данные по влиянию углеродфторсодержащего материала в соста-

ве порошковой проволоки на абразивную износостойкость электродуговых покрытий. При этом конкретные данные об этом не приведены.

6. При промышленных испытаниях покрытий, наплавленных запатентованной порошковой проволокой, покрытие наносили не на шнек, а на пластины из стали, которые затем приваривали к шнеку. Из текста диссертации не ясно, является ли это обычной практикой, оценивались ли при этом затраты на сталь, на вырезку пластин, на их приварку к шнеку.

Высказанные замечания не снижают общую положительную оценку работы, которая выполнена на высоком научном уровне.

Результаты работы опубликованы в 33-х печатных работах, в том числе в семи статьях в журналах, рекомендованных ВАК РФ, и в девяти статьях, индексируемых базами Web of Science и Scopus. Новизна предложенного технического решения защищена патентом Российской Федерации.

Содержание автореферата полностью соответствует содержанию диссертации.

Заключение

Диссертационная работа Гусева Александра Игоревича «Формирование структуры и механизмы повышения абразивной износостойкости электродуговых покрытий, наплавленных порошковыми проволоками» выполнена на актуальную научную тему и имеет как теоретическую, так и практическую ценность.

Все выводы, положения и рекомендации, приведенные в работе, являются обоснованными и соответствует критериям ВАК РФ, отраженным в разделе II «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата наук.

Представленная к защите диссертация соответствует требованиям, изложенным в пункте 9 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842), предъявляемым к кандидатским диссертациям. Она представляет собой законченную научно-

квалификационную работу, в которой на основании выполненных исследований изложены научные и технологические решения, имеющие значение для развития современного горного машиностроения.

Считаю, что автор диссертации Гусев Александр Игоревич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Доктор технических наук по специальности –
01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Должность: профессор, заведующий кафедрой –
руководитель отделения на правах кафедры,
Отделение материаловедения ИШНПТ ТПУ

Согласен на обработку своих персональных данных.



Клименов Василий Александрович

Подпись Клименова Василия Александровича заверяю,
Ученый секретарь Национального исследовательского
Томского политехнического университета



Кулинич Екатерина Александровна

22 декабря 2021 г.

Полное наименование организации:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

Юридический адрес: 634050, г. Томск, проспект Ленина, д.30. Тел.:+ 7 (3822)-508898

Эл. адрес: klimenov@tpu.ru