

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации **Нгуен Суан Хынга** на тему: «Обоснование метода повышения ресурса восстанавливаемых узлов и деталей карьерных экскаваторов в условиях Социалистической Республики Вьетнам», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.8.8 – «Геотехнология, горные машины» и состоявшейся в НИТУ «МИСИС» 23 сентября 2024 г.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ «МИСИС» (24.06.2024, протокол № 21).

Диссертация выполнена на кафедре горного оборудования, транспорта и машиностроения в Горном институте Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Национальный исследовательский технологический университет "МИСИС" (НИТУ МИСИС).

Научный руководитель – Мнацакянн Виктория Умедовна, доктор технических наук, профессор кафедры горного оборудования, транспорта и машиностроения НИТУ МИСИС.

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ «МИСИС» (24.06.2024, протокол № 21) в составе:

1. Галкин Владимир Иванович - доктор технических наук, профессор, профессор кафедры горного оборудования, транспорта и машиностроения НИТУ МИСИС;

2. Рахутин Максим Григорьевич - доктор технических наук, доцент, профессор кафедры горного оборудования, транспорта и машиностроения НИТУ МИСИС;

3. Воронова Элеонора Юрьевна - доктор технических наук, доцент, заведующая кафедрой фундаментальных инженерных дисциплин Шахтинского автодорожного института (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова»;

4. Яблонев Александр Львович - доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой гидравлики, теплотехники и гидропривода, федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тверской государственный технический университет»;

5. Керопян Амбарцум Мкртичевич - доктор технических наук, доцент, главный научный сотрудник ООО «Московский научно-исследовательский проектно-изыскательский институт технологий и инноваций».

В качестве ведущей организации утверждено Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева», г. Кемерово,

отметившее в своём положительном отзыве актуальность, научную новизну и практическую значимость работы.

Экспертная комиссия отмечает, что в диссертации (соответствует пп. 15, 16 паспорта специальности 2.8.8 «Геотехнология, горные машины») на основании выполненных соискателем исследований:

1. Установлено, что наличие в атмосфере прибрежных добывающих районов СРВ паров морской воды и ионов хлора вызывает интенсивную коррозию несущих металлоконструкций и потерю работоспособности ответственных узлов карьерных экскаваторов, восстанавливаемых сваркой и наплавкой;

2. Установлено, что сварные соединения в местах стыка металлоконструкций горных машин подвержены коррозии в морской атмосфере под действием ионов хлора вследствие наличия влияния различных структурных областей и переходных участков, характеризующихся неоднородностью свойств и разностью электрохимических потенциалов;

3. Обоснована целесообразность использования холодного газодинамического напыления для создания анодных покрытий на основе композиций $50\%Zn+50\%Al_2O_3$ и $55Al+15\%Zn+30\%Al_2O_3$, устойчивых к электрохимической коррозии, пористостью не более 4,0%;

4. Установлено, что начальная скорость коррозии в морской воде сварного образца из стали 25Х в 1,55 раза выше, чем у монолитного образца из аналогичного сплава, при этом продукты коррозии, проявляются в сварном соединении на 4-й день, располагаются в околошовной зоне термического влияния, непосредственно в углублениях, примыкающих к сварному шву;

5. Установлено, что в течение первых 10 суток начальная скорость коррозии сварных образцов из стали 25Х без покрытий составляет 4,692 ($г/м^2 \cdot сут$), пластин из стали 25Х без покрытия 3,022 ($г/м^2 \cdot сут$), что существенно выше скорости коррозии образцов с покрытиями из порошков $Al+Zn+Al_2O_3$ - 0,012 ($г/м^2 \cdot сут$), и $Zn+Al_2O_3$ - 0,685 ($г/м^2 \cdot сут$), однако с течением времени скорость коррозии на всех образцах снижается и к концу эксперимента стабилизируется;

6. Установлено, что минимальное значение линейного показателя коррозии имеет образец с алюмоцинковым покрытием, глубинный показатель h_c которого составляет 1,83 мкм за 60 суток испытаний. При этом для стального образца, покрытого цинком, и монолитного стального образца без такого покрытия величина h_c составляет, соответственно 3,56 мкм и 13,4 мкм;

7. Доказано, что коэффициент эффективности анодной защиты $K_{э.а.}$ покрытий, сформированных холодным газодинамическим напылением, для монолитного стального образца равен 7...8, а для сварного – 32...36;

8. Установлено, что надежная защита от коррозии сварных соединений в морской воде при нарушении сплошности алюмоцинкового покрытия и наличии в

нем пор обусловлена появлением гальванической пары «сталь – алюминий», в которой упоминаемое покрытие, будучи анодом, растворяется с образованием достаточно плотных коррозионных продуктов, запечатывающих поры и иные повреждения в покрытии, благодаря чему предотвращается коррозия стали;

9. Определена целесообразность применения холодного газодинамического напыления для восстановления латунных распределительных пластин аксиально-поршневых насосов, используемых в гидроприводах карьерных экскаваторов, с применением порошковой композиции на основе медь-оксид алюминия;

10. Установлено, что максимальное значение микротвёрдости медно-керамического покрытия находится в пределах 198...200 HV, превышающей величину исходного материала распределительной пластины в 1,2 раза, и достигается в процессе напыления при температуре торможения газа $t = 200 - 210$ °C, при скорости подачи порошка $S = 0,5$ г/с, за счет упрочнения медной матрицы. При этом минимальная шероховатость $Ra = 2,8$ мкм, обеспечивается при температуре $t = 200 - 210$ °C и подаче $S = 0,4$ г/с, что позволяет сократить объёмы механообработки покрытия;

11. Установлено, что композитное медное покрытие характеризуется плотной гетерогенной структурой, состоящей из медной матрицы с равномерно распределёнными включениями частиц корунда до 31,5% и прочностью сцепления не ниже 30 МПа, что обеспечивает его высокую несущую способность с коэффициентом сухого трения по стали, равным $f = 0,15$, при шероховатости поверхности $Ra = 0,2$ мкм.

Теоретическая значимость и новизна исследования применительно к тематике диссертационного исследования с получением обладающих результатов новизной, заключается в:

- установлении влияния напряженного состояния в структуре сварного соединения на условия зарождения и развития механизма коррозионных процессов и кинетики разрушения металла сварного шва под действием морской атмосферы;

- обосновании метода защиты сварных металлоконструкций от электрохимической коррозии для повышения несущей способности узлов трения гидропривода карьерных экскаваторов в условиях ремонтного производства на основе создания функциональных покрытий;

- установлении основных параметров коррозионного процесса, развиваемого в сварных соединениях под влиянием морской воды, и механизмов его подавления за счет формирования плотных покрытий с более высоким отрицательным электрохимическим потенциалом по сравнению с основным металлом, обеспечивающих надёжную защиту зон термического воздействия и сварного шва за счет активации анодного растворения материала покрытия;

- установлении связи между параметрами газодинамического напыления и микротвердостью поверхности покрытия на основе $\text{Cu-Al}_2\text{O}_3$, что позволяет повысить его несущую способность в узлах трения скольжения аксиально-поршневого насоса карьерных экскаваторов.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики заключается в разработанных предложениях по выбору составов покрытий для защиты восстанавливаемых сваркой или наплавкой металлических конструкций горных машин от электрохимической коррозии при эксплуатации в тропическом климате Вьетнама, и эффективного метода их нанесения, который возможно успешно применять, как в стационарных ремонтных мастерских, так и в мобильных станциях в полевых условиях, а также в разработке технологических рекомендаций по формированию качественных покрытий, восстановлению и упрочнению деталей пар трения насосного оборудования, на примере распределительной пластины аксиально-поршневого насоса, изготовленной из антифрикционного сплава на основе меди.

Полученные при проведении исследований результаты могут быть рекомендованы для практического применения организациям, занимающимся проектированием, изготовлением и ремонтом горной техники (ООО «Юргинский машиностроительный завод» (г. Юрга, Кемеровская обл.), ООО «Завод Красный Октябрь» (г. Ленинск-Кузнецкий, Кемеровская обл.), ООО «Сиб-Дамель» (г. Ленинск-Кузнецкий, Кемеровская обл.), группа компаний «Рейзин» (г. Юрга, Кемеровская обл.), ООО «Объединенные машиностроительные технологии» (г. Москва), ООО «Березовский ремонтно-механический завод» (Свердловская область, г. Березовский), АО «Можайское экспериментально-механическое предприятие» (Московская область, г. Можайск), ООО «ПТК Гидрофорс» (Московская область, г. Протвино), ООО «НПЦподземмаш» (г. Москва), АО «Чанг Зыонг Донг Тиен» (Ханой, Вьетнам) и др.

Полученные в диссертации результаты приняты к внедрению в ООО «НПЦподземмаш» и используются при проектировании технологии изготовления горных машин.

Достоверность результатов исследований подтверждается использованием апробированных методов системного анализа, применением сертифицированных программ, оборудования и методов испытания, хорошей сходимостью полученных результатов расчета и эксперимента с данными из литературных источников по теме диссертационного исследования.

Личный вклад соискателя состоит в постановке цели и задач диссертационного исследования, формулировании основных научных положений, проведении анализа научно-технической литературы, разработке научного подхода к обоснованию метода повышения сопротивляемости рабочих поверхностей деталей горных машин коррозионному воздействию морской воды,

проведении испытаний образцов на коррозионную стойкость и металлографических исследований микроструктуры медно-керамического покрытия, а также оценке свойств, шероховатости его поверхности и трибологических характеристик.

Соискатель представил 4 научные работы, в которых опубликованы основные положения диссертации, в том числе две, опубликованные в журналах из списка ВАК РФ:

1. Нгуен Суан Хынг, Новикова А.Д., Мнацаканян В.У. Повышение ресурса горного оборудования за счет применения защитных покрытий// Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. – 2023. – №19. – С. 185-189.

2. Новикова А.Д., Нгуен Суан Хынг, Козловская А.П. Повышение ресурса быстроизнашиваемых элементов насосного оборудования // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2024. - №3 (специальный выпуск 8). – С. 3-12. DOI: 10.25018/0236_1493_2024_3_8_3

Пункт 2.6 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ «МИСИС» соискателем ученой степени не нарушен.

Диссертация Нгуен Суан Хынга соответствует критериям раздела 2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском технологическом университете «МИСИС», так как в ней, на основании выполненных теоретических и экспериментальных исследований разработаны научно обоснованные технологические решения для ремонта оборудования горных предприятий, обеспечивающие надежную защиту восстановленных сваркой и наплавкой элементов металлических конструкций карьерных экскаваторов от воздействия морской воды и повышение ресурса узлов трения гидропривода горных машин, что имеет важное значение для горнодобывающей промышленности СРВ.

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Нгуен Суан Хынг ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.8 – «Геотехнология, горные машины».

При проведении тайного голосования экспертная комиссия в количестве 4 человек, участвовавших в заседании, из 5 человек, входящих в состав комиссии, проголосовало: за 4 человек, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель экспертной комиссии



В.И. Галкин

23.09.2024 г.