

ОТЗЫВ

официального оппонента – доктора технических наук, доцента Величко Сергея Анатольевича на диссертационную работу Пенькова Никиты Алексеевича на тему «Восстановление гидроцилиндров сельскохозяйственной техники размерным композиционным покрытием на основе хрома», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве

Актуальность темы диссертации

Обеспечение высокой работоспособности сельскохозяйственной техники требует создания и четкого функционирования материально-технической базы обслуживания и ремонта машин.

Разработанная под руководством академика В. И. Черноиванова «Концепция модернизации инженерно-технической системы сельского хозяйства России», направленная на создание инновационных сервисных центров АПК, отмечает, что их целевой задачей является обеспечение сельхозтоваропроизводителей отремонтированными агрегатами и узлами, средний межремонтный ресурс которых должен быть не ниже доремонтного при себестоимости не выше 30-50 процентов от стоимости новых. Особое место в этой концепции отводится разработке инновационных технологических решений ремонта гидроагрегатов, доля отказов которых составляет 25...38 % от общего числа отказов тракторов.

Основываясь на результатах анализа исследований отечественных и зарубежных ученых, которые при разработке технологий восстановления деталей силовой гидравлической аппаратуры использовали гальваническое осаждение хрома или железа, соискатель грамотно определил перспективу и высокую эффективность применения дисперсно-упрочненных гальванических покрытий на основе хрома, позволяющих отказаться от механической обработки детали как до нанесения покрытия, так и после, а также создавать внутренние сжимающие напряжения в формируемом осадке, повышая изно-

состоятельность восстанавливаемых узлов. Кроме этого, влияние структуры формируемых композиционных покрытий на свойства гальванических осадков в настоящее время остается малоизученным и представляет большой научно-практический интерес.

В связи с вышеизложенным считаю, что тема диссертационной работы Пенькова Никиты Алексеевича «Восстановление гидроцилиндров сельскохозяйственной техники размерным композиционным покрытием на основе хрома» является актуальной, а достижение поставленной цели вносит значительный вклад в развитие современной инженерно-технической системы АПК Российской Федерации.

Научная новизна и практическая значимость полученных соискателем результатов

В качестве научной новизны работы представлены:

- новое направление холодного восстановления профиля изношенных поверхностей с локальным выравниванием припуска;
- научные основы процесса нанесения размерного дисперсно-упрочненного композиционного гальванического покрытия на основе хрома со сжимающими остаточными напряжениями;
- обоснование повышения физико-механических и эксплуатационных свойств покрытий, наносимых разработанным методом, за счет внедрения мелкодисперсного наполнителя в гальваническую матрицу с последующим послойным упрочнением наносимого слоя инструментом, работающим по методу обкатки;
- теоретически и экспериментально обоснованный выбор рациональных технологических режимов нанесения дисперсно-упрочненных композиционных гальванических хромовых покрытий заданного качества и требуемой толщины;
- закономерности взаимосвязей режимов осаждения композиционных гальванических хромовых покрытий с их физико-механическими свойствами.

Значимыми результатами для практики являются:

- новый способ осаждения функциональных герметичных гальванических покрытий, позволяющий решать важную народно-хозяйственную проблему повышения надёжности силовых гидравлических устройств холодным восстановлением деталей с получением эксплуатационных характеристик не ниже, чем у новых изделий;

- технологические возможности нового метода, позволяющие повысить долговечность силовых гидравлических устройств, снизить простои техники и принести значительную прибыль народному хозяйству;

- новый инструмент, необходимый для реализации предлагаемого способа;

- методика проектирования технологических процессов, на основе которой создано технологическое оснащение для реализации метода нанесения размерных износостойких герметичных композиционных покрытий на основе хромовой матрицы инструментом из многофазного композиционного материала.

Также для практики значимыми результатами являются представленные в диссертационной работе рациональные параметры оборудования и средства технологического оснащения для осуществления предлагаемого метода.

Достоверность, научная новизна и практическая значимость выводов

По результатам теоретических и экспериментальных исследований в заключении сформулировано шесть выводов.

В выводе 1 констатируется, что разработан и исследован новый способ нанесения финишного износостойкого размерного герметичного дисперсно-упрочненного композиционного покрытия для упрочнения и восстановления деталей силовой гидравлической аппаратуры, позволяющий исключить риск получения распространенного дефекта – течи по хрому.

Вывод не согласуется с первой поставленной задачей, а патент на полезную модель показывает новое техническое решение устройства для полу-

чения композитных покрытий на внутренних поверхностях, а не способ, как указано в выводе.

Однако, представленные в работе закономерности формообразования слоя покрытия в зависимости от степени износа различных участков поверхности позволяют сделать вывод о достоверности, научной новизне и практической значимости полученных результатов.

Вывод 2 констатирует, что получена модель для расчета размеров наполнителя композиционного материала с целью обеспечения заданных физико-механических свойств получаемого покрытия и позволяющая прогнозировать напряжения в зависимости от условий его осаждения.

Вывод так же не соответствует поставленной задаче – выяснить границы возможной концентрации наполнителя в покрытии.

Однако, представленная в работе модель для расчета размеров наполнителя композиционного материала и глубина зарождения пластической области в зоне контакта инструментальной головки с восстанавливаемой поверхностью, установленная с учетом допущений механики сплошных сред, позволяет сделать вывод о достоверности, научной новизне и практической значимости полученных результатов.

В *выводе 3* представлены результаты лабораторных испытаний физико-механических свойств дисперсно-упрочненных гальванических композиционных покрытий. Установлено рациональное содержание композиционных включений в формируемом гальваническом покрытии, диапазон изменения режимных параметров, позволяющих получать покрытия заданного качества и др.

Вывод частично соответствует третьей поставленной задаче, представленные результаты являются новыми и лежат в основе при разработке технологических рекомендаций нанесения дисперсно-упрочненных гальванических композиционных покрытий для различных типов конструкционных материалов.

Вывод 4 показывает результат эксплуатационных испытаний, при проведении которых установлено, что вероятность безотказной работы гидроци-

линдров с нанесенными дисперсно-упрочненными гальваническими композиционными покрытиями на основе хрома в 1,08 раза выше по сравнению со стандартными гидроцилиндрами.

Вывод не соответствует ни одной из поставленных в работе задач, при этом из формулировки не ясно, что имеется в виду под стандартными гидроцилиндрами.

В целом представленный результат, полученный с использованием известной в теории надежности методики эксплуатационных испытаний, понятен, достоверность подтверждается актами эксплуатационных испытаний.

В *выводе 5* констатируется то, что разработана технология для осуществления процесса нанесения герметичного размерного композиционного дисперсно-упрочненного гальванического покрытия на основе хрома, спроектировано и изготовлено оборудование и средства технологического оснащения.

Вывод соответствует шестой и частично седьмой поставленным задачам, достоверность и практическая значимость подтверждаются актами внедрения.

В *выводе 6* указывается суммарный экономический эффект от использования технологии нанесения размерного износостойкого герметичного дисперсно-упрочненного гальванического композиционного покрытия на основе хрома в сравнении со стандартными технологиями.

Вывод достоверен, т. к. полученное значение суммарной экономической эффективности 5 950 тыс. руб. рассчитано с использованием отраслевой методики, учитывающей экономический эффект от повышения качества и от снижения брака.

Оценка содержания диссертации

Диссертационная работа изложена на 388 страницах и состоит из введения, 5 глав, заключения, списка использованных источников и 7 приложений.

Во *введении* дана общая характеристика работы, включающая актуаль-

ность и степень разработанности темы, цель работы и задачи исследования, определены объект и предмет исследования, сформулированы положения и результаты, выносимые на защиту, научная новизна и практическая значимость.

Замечание. При рассмотрении степени разработанности темы не указаны фамилии ученых, чьи труды внесли значительный вклад в развитие методов нанесения гальванических покрытий.

Первая глава работы посвящена оценке современного состояния проблемы нанесения гальванических композиционных покрытий. Сделанный на основе обзора литературных источников анализ видов гальванического осаждения покрытий из хрома показал, что все они имеют существенные недостатки применительно к восстановлению деталей силовых гидроцилиндров: это ограничение по толщине, неоднородность структуры, растягивающие напряжения, негерметичность получаемых осадков и др.

Отличительной особенностью рассматриваемого в работе метода гальваноконтактного осаждения является использование инструмента, обеспечивающего регулируемый массоперенос наполнителя в ожидаемое покрытие. Учитывая, что к рабочим поверхностям деталей силовых гидроцилиндров предъявляются особые требования по износостойкости и герметичности, соискателем поставлены задачи, направленные на теоретическое обоснование, разработку технологии и средств технологического оснащения, а также создание математических зависимостей, реализующих эти требования.

В качестве замечания следует отметить:

1. В первой главе соискатель не представил обоснование выбора технического объекта, к которому применяется разрабатываемый гальваноконтактный метод осаждения, отсутствует анализ конструктивных особенностей, износов и требований к рабочим поверхностям восстанавливаемых деталей.

2. В работе не представлен анализ и технико-экономическая оценка других методов восстановления деталей силовой аппаратуры, кроме гальванических.

Вторая глава посвящена теоретическим исследованиям, направленным

на обеспечение качества получаемых покрытий. В частности, предложена модель для расчета размеров наполнителя композиционного материала с целью обеспечения заданных физико-механических свойств получаемых покрытий; представлен алгоритм прогнозирования напряжений, полученных в композиционном покрытии при определенных условиях; построена модель, описывающая характер взаимодействия инструмента с покрытием, учитывающая дислокационную структуру осаждаемого композиционного гальванического слоя; определена глубина зарождения пластической деформации в покрытии; получена зависимость, определяющая влияние шероховатости обработанной детали на качество получаемых покрытий.

Замечания по второй главе:

1. Из рассуждений соискателя не ясно, почему для решения уравнения Лапласа (2.10) принята функция напряжения (2.19).

2. Следует пояснить, как связаны зависимости относительной опорной длины профиля (2.64) и (2.65) с моделью, определяющей площадь контакта инструмента и с деталью, и как это позволяет корректно определять величину прижима инструмента для создания необходимой степени упрочнения.

В третьей главе представлена программа методики экспериментальных исследований. Соискатель разработал оригинальную методику получения дисперсно-упрочненных композиционных гальванических покрытий с обоснованием изготовления инструмента для нанесения композиционных покрытий, выбора электролита и схемы технологического процесса. В работе представлено экспериментальное оборудование, приборы и методика для исследования свойств дисперсно-упрочненных композиционных гальванических покрытий на основе хрома. Стендовые испытания проведены в соответствии с регламентированными правилами приемки и методами испытаний по ГОСТ 18464-96 и ГОСТ 16514-96, а эксплуатационные – по ГОСТ 22976-78.

Замечания по третьей главе:

1. При описании технологии производства инструментальной головки автору следовало бы обозначить перечень возможных вариантов исполнения композиционного бруска с указанием типоразмеров таких вариантов.

2. Методика проведения триботехнических испытаний по ГОСТ 23.224-86 описана не корректно. В частности, указанный стандарт предполагает определение нагрузки до предзадира, оптимальную нагрузку, соответствующую минимальному коэффициенту трения, и проведение длительных испытаний на износ при оптимальной нагрузке.

3. Указанный в параграфе «3.4 Стендовые испытания гидроцилиндров» ГОСТ 27.502-82 «Надежность в технике. Система сбора и обработки информации. Планирование наблюдений» не действующий и заменен на РД 50-690-89 «Методы оценки показателей надежности по экспериментальным данным». При этом указанные нормативы не могут быть применены для стендовых испытаний.

4. При проведении эксплуатационных испытаний не представлено количество гидроагрегатов, принятых для наблюдения, не указан план наблюдений. Для эксплуатационных испытаний следовало бы принять методику в соответствии с РД 50-690-89 «Методы оценки показателей надежности по экспериментальным данным».

В четвертой главе представлены результаты и анализ экспериментальных исследований. Определен размер наполнителя и состав композиционного покрытия базового и финишного слоя. Определены режимы нанесения слоев. Автору удалось обосновать условия электролиза, при которых процесс электроосаждения всех слоев производится на одном режиме. Представлена экспериментальная проверка различных показателей качества осаждаемых покрытий, в том числе: выравнивающая способность, адгезия покрытия, коррозионная устойчивость, герметичность, износостойкость, коэффициент трения. На основании проведенных исследований разработан технологический регламент на получение герметичных износостойких покрытий заданного качества.

Замечания по четвертой главе:

1. При проведении оценки влияния концентрации наполнителей на микротвёрдость электролитических покрытий методом многофакторного эксперимента не показано, чем обоснованы значения границ уровней варьи-

рования факторов (табл. 4.1., стр. 168, и табл. 4.5., стр. 173).

2. В полученных раскодированных регрессионных моделях (4.6 стр. 185 и 4.8 стр. 188) не расшифрованы обозначения независимых переменных X_1 , X_2 , X_3 , X_4 , что затрудняет их практическое применение.

3. Механизм обеспечения выравнивающей способности, описанный на странице 229, недостаточно полно описывает принцип устранения различных видов дефектов изношенных поверхностей.

В пятой главе диссертации представлена технология получения размерных износостойких дисперсно-упрочненных композиционных покрытий на основе хрома. Показано, что использование такого рода покрытий на деталях силовых гидравлических цилиндров позволяет устранить такой характерный для гальванических покрытий дефект, как течь по хрому. Представлены рекомендации по особенностям применения разработанного метода, рассмотрены варианты нанесения покрытий на различные типы подложек. Показано, что использование дисперсно-упрочненных гальванических композиционных покрытий расширяет технологические возможности нанесения герметичных износостойких размерных осадков.

Замечания по пятой главе:

1. Учитывая поставленную соискателем цель работы, не ясно, для чего были исследованы варианты нанесения покрытий на различные типы подложек: хромовую, алюминиевую, цинковую и др.

В заключении автор представил выводы по работе и перспективы дальнейшей разработки темы.

В списке литературы не представлены научные труды авторов, чьи работы, по мнению соискателя, посвящены исследованиям в области ремонта силовой гидравлической аппаратуры сельскохозяйственной техники.

В приложении представлены акты стендовых износных испытаний гидроцилиндров и акты внедрения; промежуточные результаты статистической обработки результатов экспериментальных исследований; маршрутно-операционные карты технологического процесса, патенты и дипломы.

Завершённость и качество оформления диссертационной работы

В целом представленная диссертационная работа представляет собой завершённый научный труд. По структуре, содержанию и стилю изложения, глубине научных исследований работа соответствует уровню докторской диссертации.

Автореферат в полной мере отражает содержание диссертационного исследования.

Все структурные элементы оформлены согласно ГОСТ 7.0.11-2011.

Отмеченные замечания не снижают научной и практической ценности полученных соискателем результатов.

Апробация и полнота опубликования результатов работы

Основные результаты исследований доложены, обсуждены и одобрены на конференциях, семинарах и форумах международного, российского и регионального уровня.

По теме диссертации опубликовано 48 печатных работ, которые в полной мере раскрывают основные положения диссертационного исследования, в том числе 14 статей, опубликованных в журналах, индексируемых в международных базах цитирования Scopus и Web of Science, 20 статей опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК РФ для публикации результатов диссертационных исследований, 1 монография, 2 патента РФ на полезную модель и 1 патент РФ на изобретение.

Заключение

Диссертация «Восстановление гидроцилиндров сельскохозяйственной техники размерным композиционным покрытием на основе хрома» соответствует критериям, отмеченным в пунктах 9–14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. (в редакции постановления Правительства Российской Федерации № 1024 от 28.08.2017 г.), и является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технологические и технические решения, направленные на повы-

шение долговечности силовой гидравлической аппаратуры сельскохозяйственной техники за счёт нанесения на изношенные поверхности деталей размерных герметичных дисперсно-упрочнённых гальванических композиционных покрытий на основе хрома, а Пеньков Никита Алексеевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве.

Официальный оппонент -

профессор кафедры технического сервиса машин

ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева»

доктор техн. наук, доцент

С. А. Величко

04 апреля 2022 г.

Сведения об оппоненте

Величко Сергей Анатольевич

доктор технических наук по специальности

05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания

в сельском хозяйстве

доцент

профессор кафедры технического сервиса машин

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский

государственный университет им. Н.П. Огарева»

ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева»

430000, г. Саранск, ул. Большевистская, 68

Телефон: 8-(8342)-25-44-50; 89271943750

E -mail: Velichko2005@yandex.ru

<https://mrsu.ru/ru/men/detail.php?ID=7025>

