

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора Астахова
Михаила Владимировича на диссертационную работу
Пенькова Никиты Алексеевича «Восстановление гидроцилиндров
сельскохозяйственной техники размерным композиционным
покрытием на основе хрома» представленной на соискание
ученой степени доктора технических наук по специальности 05.20.03 –
«Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве» в
диссертационный совет Д 999.179.03 на базе ФГБОУ ВО «Мичуринский
государственный аграрный университет», ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный
технический университет», ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский
институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»

1. Актуальность темы диссертации

Агропромышленный комплекс Российской Федерации, несмотря на очевидные успехи в первой половине XXI века, испытывает острую необходимость в повышении эффективности системы обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники. Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, Указы Президента Российской Федерации «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники» (2011 г.), «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации» (2020 г.), заседание Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации от 31.03.21 г. № 502 ставят перед наукой задачи не только технической и технологической модернизации, но и вопросы расширения перечня используемых материалов, расширяющие технические возможности использования сельскохозяйственной техники.

Выбор в качестве основного объекта двухфазного композиционного материала позволил автору получить герметичные износостойкие покрытия, обладающие всеми необходимыми свойствами для устранения распространённого дефекта хромовых покрытий – течи по хрому. Такой подход к восстановлению силовых гидравлических узлов делает представленную работу интересной и актуальной для целого ряда отраслей.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна

В заключении к автореферату и диссертационной работе автором сделаны 6 основных выводов, касающихся:

- разработки и исследования нового способа нанесения финишного износостойкого размерного герметичного дисперсно-упрочненного композиционного гальванического покрытия;
- создания модели расчета размеров наполнителя композиционного материала для обеспечения заданных физико-механических свойств получаемого покрытия;
- разработки программы экспериментальных исследований, позволяющей оценить по оригинальной предложенной методике физико-механические свойства дисперсно-упрочненных гальванических композиционных покрытий;
- определения вероятности безотказной работы гидроцилиндров с нанесенными дисперсно-упрочненными гальваническими композиционными покрытиями на основе хрома в сравнении со стандартными гидроцилиндрами;
- проектирования и изготовления оборудования и средств технологического оснащения, а также разработки технологии для осуществления процесса нанесения герметичного размерного композиционного дисперсно-упрочненного гальванического покрытия на основе хрома;
- определения суммарного экономического эффекта при использовании технологии нанесения размерного износостойкого герметичного дисперсно-упрочненного гальванического композиционного покрытия на основе хрома в сравнении со стандартными технологиями при изготовлении и ремонте силовой гидравлической аппаратуры сельскохозяйственной

техники.

Степень обоснованности научных положений, выдвигаемых в диссертации, подтверждена многочисленными ссылками на работы других авторов (192 наименования), проведенными автором расчетами, значительным количеством экспериментов.

Достоверность научных положений, выводов и практических рекомендаций подтверждается использованием в работе современных физических методов исследования, обработкой полученных данных и апробацией достигнутых научных результатов в 44 статьях в научных журналах, 3 патентах, монографией и материалах 30 международных, всероссийских и межвузовских научно-практических конференциях.

Научная новизна работы состоит в раскрытых автором:

- новом направлении холодного восстановления профиля изношенных поверхностей с локальным выравниванием припуска;
- научных основах процесса нанесения размерного дисперсно-упрочненного композиционного гальванического покрытия на основе хрома со сжимающими остаточными напряжениями;
- повышении 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, исключая образование концентраторов напряжений;
- рациональных технологических режимов нанесения дисперсно-упрочненных композиционных гальванических хромовых покрытий заданного качества и требуемой толщины;
- закономерностях взаимосвязей режимов осаждения композиционных гальванических хромовых покрытий с их физико-механическими свойствами;
- рациональных параметрах оборудования, средствах технологического оснащения для осуществления предлагаемого метода.

Все положения, приведенные в пунктах научной новизны, подтверждаются результатами многочисленных экспериментов, найденные закономерности представлены в виде математических зависимостей.

Оригинальность технических решений, предложенных автором, подтверждается патентами РФ на полезную модель №100520, №207313 и изобретение №258412.

3. Теоретическая и практическая значимость результатов исследований

Теоретическая значимость результатов представленной диссертации заключается в разработке модели для расчета размеров наполнителя композиционного материала с целью обеспечения заданных физико-механических свойств получаемых покрытий; в создании алгоритма прогнозирования напряжений, полученных в композиционном покрытии при определенных условиях осаждения; в построении модели, описывающей характер взаимодействия инструмента с покрытием, учитывающая дислокационную структуру осаждаемого композиционного гальванического слоя; в определении глубины зарождения пластической деформации в покрытии, что позволило спроектировать технологическое оборудование с возможностью корректировки давления инструмента на поверхность осадка; в разработке модели, определяющей площадь контакта инструмента с деталью и учитывающей микронеровности обоих тел, что позволило корректно определять величину прижима композиционного инструмента для создания необходимой степени упрочнения формируемого дисперсно-упрочненного покрытия.

Практическая значимость результатов работы заключается в разработке: нового способа осаждения функциональных герметичных гальванических покрытий, позволяющего решать крупную народно-хозяйственную проблему повышения надёжности силовых гидравлических устройств холодным восстановлением силовых деталей гидравлических узлов с получением эксплуатационных характеристик не ниже, чем у новых изделий, и в выявлении технологических возможностей использования нового метода; нового инструмента, необходимого для реализации предлагаемого способа; методики 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 в промышленности.

Практическая значимость подтверждается четырьмя приложениями к работе, в том числе актами и протоколами испытаний полученных покрытий.

4. Оценка содержания диссертации

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных источников и 7 приложений (А-Ж). Диссертация изложена на 388 страницах, содержит 131 рисунок и 24 таблицы. Список использованных источников состоит из 192 наименований.

По теме диссертации опубликовано 48 печатных работ, в том числе 1 монография, 14 статей опубликованных в журналах, индексируемых в базах данных WoS и Scopus; 20 статей опубликованных в изданиях, указанных в «Перечне рецензируемых научных изданий ВАК». Получено 2 патента РФ на полезную модель, патент РФ на изобретение, зарегистрировано 4 программы для ЭВМ.

Во введении обоснована актуальность работы, степень разработанности темы, цель и задачи исследования, охарактеризованы объект, предмет и область исследований, изложена научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы исследования, дана общая характеристика работы, изложены основные научные положения и результаты исследований, выносимые на защиту. Автором приведены данные о реализации результатов исследований, охарактеризован личный вклад автора, степень достоверности полученных результатов, апробации результатов.

Кроме того, приведены положения, выносимые на защиту:

- метод 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;
- зависимости физико-механических и эксплуатационных свойств композиционных покрытий от режимов их нанесения, размеров и количественного состава наполнителя;
- технологические показатели процесса, зависящие от режимов нанесения размерных износостойких герметичных дисперсно-упрочненных композиционных гальванических покрытий на основе хрома;
- закономерности взаимосвязей режимов осаждения композиционных гальванических хромовых покрытий с их физико-механическими свойствами;
- параметры оборудования и средства технологического оснащения для осуществления предлагаемого метода.

Первый раздел работы посвящен анализу состояния вопроса в области технического сервиса АПК. В нём рассмотрены различные способы нанесения герметичных покрытий на детали систем гидравлического привода рабочих органов с износом. Показано, что наиболее предпочтительными в данном случае являются холодные методы нанесения покрытий, в частности хромирование. Сформулирована научная проблема и разработана научная гипотеза повышения долговечности силовых агрегатов сельскохозяйственной техники.

Второй раздел работы содержит разработку теоретических основ повышения надежности силовых гидравлических агрегатов сельскохозяйственной техники путем восстановления изношенных узлов нанесением дисперсно-упрочненного гальванического покрытия на основе хрома.

Раздел содержит описание разработанной модели оценки качества получаемых покрытий в зависимости от размеров вводимых наполнителей. Показано, каким образом определяется уровень прочности покрытия в зависимости от характера распределения частиц в формируемом осадке.

Выяснено, что зарождение пластической области при контакте инструментальной головки с покрытием происходит не на поверхности детали, а на вполне определённой

глубине. Это позволило спрогнозировать величину давления инструмента, при котором не появляется переупрочнение наносимого хромосодержащего покрытия.

Приведены расчёты корректировки давления инструмента, учитывающие шероховатость как восстанавливаемой детали, так и прокатного валика.

Третий раздел работы посвящён программе и методам проведения экспериментальных исследований. В нём представлены технология изготовления инструмента, основные методы исследования величины остаточных напряжений в покрытии, его толщины, скорости осаждения хрома, шероховатости, микротвердости и адгезии покрытия, величины наводораживания стали в процессе хромирования. Описана разработанная установка для получения дисперсно-упрочненных гальванических композиционных покрытий на основе хрома.

Четвёртый раздел содержит разработку технологии получения герметичных износостойких хромосодержащих покрытий. В разделе показана область изменения параметров осаждения, при которых гарантированно получают покрытия заданного качества. Исследованы различные показатели качества получаемых покрытий: выравнивающая способность, адгезия покрытия, коррозионная устойчивость, герметичность, износостойкость, коэффициент трения. В результате проведённых исследований разработан лабораторный технологический регламент на получение герметичных покрытий заданного качества.

Пятый раздел посвящён разработке технологических режимов и схемы нанесения многофазных композиционных покрытий. В разделе 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 износостойких осадков.

Рассмотрены расчёты экономической эффективности. Рассчитанный общий экономический эффект составил 5,9 млн. руб. Разработаны технологические процессы и даны технологические рекомендации по внедрению результатов работы.

Заключение работы обобщает её результаты.

Приложения содержат материалы, подтверждающие практическую значимость работы.

5. Замечания по диссертационной работе

1. Из диссертации не ясно, как именно инструмент настраивается на размер восстанавливаемой детали.
2. В работе отсутствует описание применения инструмента в зависимости от типоразмера восстанавливаемых деталей.
3. В тексте диссертации автор указывает, что предлагаемый метод позволяет достигать шероховатости поверхности $R_a = 0,04$ мкм и менее. Автору следует пояснить на какой толщине покрытия получены данные значения.
4. В работе приведен экономический эффект от внедрения разработанной технологии, однако отсутствует сравнительная себестоимость деталей, восстановленных предлагаемым методом и по стандартной технологии.
5. В диссертации автор приводит только качественную характеристику износостойкости покрытия. Желательно было бы дать её количественную оценку.

6. Завершённость и качество оформления диссертационной работы

Диссертационная работа Пенькова Н.А. является завершённой научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором научных исследований разработаны теоретические положения, а также изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение. Работа имеет несомненную практическую значимость. Структура и содержание автореферата соответствуют основным положениям и выводам диссертации.

7. Апробация результатов исследований и публикации

Основные положения диссертации представлены и обсуждены на 30 международных, всероссийских и межвузовских научно-практических конференциях в 2009–2021 гг.

По теме диссертации опубликовано 48 печатных работ, в том числе: 1 монография; 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 докторских диссертаций. Автором получено 2 патента на полезную модель и патент на изобретение, зарегистрировано 4 программы для ЭВМ.

8. Заключение

Диссертация Пенькова Никиты Алексеевича «Восстановление гидроцилиндров сельскохозяйственной техники размерным композиционным покрытием на основе хрома» соответствует областям Паспорта специальности 05.20.03 «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве», является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные технические разработки по увеличению надёжности деталей силовой гидравлической аппаратуры сельскохозяйственной техники за счёт нанесения размерных герметичных дисперсно-упрочнённых гальванических композиционных покрытий на основе хрома, имеющие существенное значение для успешного развития агропромышленного сектора и экономики страны в целом. Диссертация соответствует критериям, изложенным в пунктах 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (с изменениями), а её автор 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

доктор технических наук, профессор

Калужский филиал ФГБОУ ВО «Московский государственный
технический университет имени Н.Э. Баумана

(национальный исследовательский университет)»

«04» 03 2022 г.

Астахов Михаил Владимирович

Астахов Михаил Владимирович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры колесных машин и прикладной механики Калужского филиала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (Калужский филиал ФГБОУ ВО «МГТУ им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»)

248000, г. Калуга, ул. Баженова, д. 2.

Тел. +7 (4842) 74-40-32

E-mail: mvastahov@gmail.com

Подпись Астахова М.В. заверяю.

Учёный секретарь

КФ ФГБОУ ВО «МГТУ им. Н.Э. Баумана

(национальный исследовательский университет)»

М.И. Морозенко

