

ОТЗЫВ

официального оппонента - доктора технических наук, доцента Величко Сергея Анатольевича на диссертационную работу Горбушина Павла Александровича на тему «Повышение долговечности гидрораспределителей сельскохозяйственной техники путем восстановления золотников нанокompозиционным электролитическим железнением», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве

Актуальность темы диссертации

В условиях старения машинно-тракторного парка, многократного удорожания машин и запасных частей к ним, проблема технического оснащения сельскохозяйственного производства не может быть решена только за счет увеличения поступления новой техники. Большая роль в этом отводится эффективному использованию имеющегося парка машин, постоянному поддержанию его готовности за счет технического обслуживания, а также развития и совершенствования технологических процессов ремонта и восстановления деталей.

Выбранное направление диссертационного исследования объясняется низкой эксплуатационной надежностью одних из сложных и ответственных агрегатов навесных гидросистем тракторов – гидравлических распределителей, средний доремонтный ресурс которых в условиях рядовой эксплуатации почти в 2,5 раза, ниже регламентированного заводом изготовителем. Недостаточно высокое значение ресурса объясняется, в основном, низкой износостойкостью пары «золотник-корпус».

Известный в настоящее время способ нанесения электролитического железа на изношенные поверхности золотников не позволяет в полной мере получать покрытия требуемой твердости и износостойкости.

Основываясь на результатах анализа исследований отечественных и зарубежных ученых, соискатель грамотно определил перспективу совершенствования данного способа, путем модификации электролитических покрытий наноразмерными частицами.

В связи с вышеизложенным считаю, что тема диссертационной работы Горбушина Павла Александровича «Повышение долговечности гидрораспределителей сельскохозяйственной техники путем восстановления золотников нанокomпозиционным электролитическим железением» является актуальной, а достижение поставленной цели вносит значительный вклад в развитие современной инженерно-технической системы АПК России.

Научная новизна и практическая значимость полученных соискателем результатов

Для науки значимыми являются:

- разработанная математическая модель, устанавливающая зависимость микротвердости нанокomпозиционных электролитических покрытий (НКЭП) от материала применяемого нанодисперсного порошка, размера фракции и концентрации в электролите;
- теоретическая зависимость ресурса сопряжения золотник-корпус при гидроабразивном изнашивании от микротвердости рабочих поверхностей деталей сопряжения;
- результаты исследования морфологии, физико-механических и эксплуатационных свойств нанокomпозиционного электролитического покрытия на основе железа.

Значимыми результатами для практики являются:

- режимы электролиза и концентрации наноразмерных частиц в электролите для получения нанокomпозиционных электролитических покрытий на основе железа с высокими физико-механическими свойствами;
- технология восстановления золотниковых пар гидрораспределителей с

применением нанокomпозиционного электролитического покрытия на основе железа, позволяющая повысить ресурс золотниковых пар не менее чем в 1,5 раза по сравнению с существующей технологией железнения.

Достоверность, научная новизна и практическая значимость выводов

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

Вывод 1 констатирует, что ресурсоопределяющим сопряжением гидравлического распределителя является пара золотник – корпус, суммарный износ которой не превышает 0,2 мм. Вывод сделан на основе обзора литературных источников, научной новизной и практической значимостью не обладает.

В выводе 2 сообщается, что разработана математическая модель механизма упрочнения НКЭП на основе железа. Установленная на основе данной модели зависимость, позволяет прогнозировать ресурс получаемых покрытий в зависимости от материала применяемого нанодисперсного порошка, размера фракции и концентрации в электролите. Вывод обладает научной новизной, достоверность основана на применении законов физики, положений механики твердого тела и теории дислокаций.

Вывод 3 установлены режимы нанесения НКЭП на основе железа и состав электролита-суспензии, позволяющие получать покрытия с микротвердостью до 717 ед. HV, что в 1,6 раз выше, чем у покрытия без включения наноразмерных частиц.

Вывод обладает научной новизной и практической значимостью, сделан на основе теоретических и экспериментальных исследований. Изобретательский уровень и промышленная применимость технических решений подтверждается патентами РФ на изобретение №2610381 «Электролит-суспензия для получения износостойких покрытий на основе

железа» и №2680116 «Установка для получения композиционных электролитических покрытий».

Вывод 4 условно можно разделить на две части. Первая - характеризует свойства НКЭП на основе железа. Полученные результаты получены впервые. Эксперименты проведены с использованием современного научно-исследовательского оборудования.

Вторая часть вывода констатирует, что разработан технологический процесс восстановления золотниковых пар гидрораспределителей с применением НКЭП на основе железа. Данная часть вывода обладает практической значимостью и подтверждается актами внедрения новых технологических решений на предприятиях технического сервиса АПК.

Вывод 5 посвящен результатам стендовых и эксплуатационных испытаний гидрораспределителей на износостойкость по критерию гидроплотности золотниковых пар. Прогноз остаточного межремонтного ресурса гидрораспределителей с золотниковыми парами, восстановленными по совершенствованной технологии показал, что он в 1,55 раза больше, чем у гидрораспределителей, золотниковые пары которых восстановлены по существующей технологии, и в 1,17 раза больше, чем у серийных гидрораспределителей. Вывод обладает научной новизной, достоверность подтверждается сходимостью теоретических и экспериментальных данных.

Технико-экономическая оценка разработанной технологии показала, что эффективность от внедрения составила более 629 тыс. рублей на программу ремонта 1200 гидрораспределителей в год.

Оценка содержания диссертации

Диссертационная работа изложена на 197 страницах и состоит из введения, 5 глав, заключения, библиографического списка, включающего 161 литературный источник и 13 приложений обозначенных буквами русского алфавита. Работа содержит 18 таблиц и 60 рисунков.

Во введении представлены актуальность и степень разработанности темы, цель работы и задачи исследования, определены объект и предмет исследования, сформулированы положения и результаты, выносимые на защиту, их научная новизна и практическая значимость и др.

В качестве замечаний следует отметить:

1. Учитывая, что за объект исследования принимается процесс или явление, то более корректной по отношению к данной работе была бы формулировка указывающая, что *объектом исследования* является межремонтный ресурс гидрораспределителей, отремонтированных с восстановлением золотников нанесением НКЭП на основе железа. Соответственно *предметом исследования* являются свойства этих покрытий, определяющие повышение межремонтного ресурса (стр. 9).

2. В первом пункте научной новизны следовало бы указать, что получена *зависимость* для теоретической оценки ресурса сопряжения, а не *методика* (стр.9).

3. Полученные патенты на изобретение №2610381 и №2680116 показывают изобретательский уровень и промышленную применимость технических решений, а не научную новизну (стр. 9).

4. Количество страниц, на которых изложена диссертация, должно быть указано с учетом приложений, т.е. 197 страниц, а не 153 (стр. 12).

Первая глава диссертации посвящена анализу состояния изучаемого вопроса. На основании обзора литературных источников, автор делает правомерное заключение, что ресурсопределяющим сопряжением гидрораспределителей является пара золотник-корпус, при этом преобладающим видом изнашивания является гидроабразивное. Проведенный анализ технологий восстановления золотниковых пар показал, что применение нанокomпозиционных электролитических покрытий дает возможность исключить недостатки существующих способов железнения.

Замечания по первой главе:

1. Хотя глава 1 и называется «Состояние вопроса, цель и задачи следования», соискатель не представил ни научную гипотезу, ни цель, ни задачи, при этом логически они формулируются именно на основе анализа представленного в этой главе.

2. Вызывает сомнение ссылка на источник [128] (стр.15, рис. 1.3) который называется «Справочное руководство по гальванотехнике», а в диссертации этот источник указывает на распределение неисправностей гидравлических систем сельскохозяйственных тракторов.

3. Непонятно, что в параграфе 1.3 соискатель имел в виду под механизмом изнашивания золотниковой пары.

4. Литературный обзор состояния вопроса включает в основном источники 70-80 годов прошлого столетия. Из-за этого соискатель представляет не совсем актуальную информацию. Например, в конце 90 годов алмазное хонингование для обработки отверстий корпусов эффективно заменено обработкой алмазными разжимными развертками, а, начиная с 2005 года, на золотники наносится тонкий слой гальванического хрома.

5. Сделанный автором акцент на актуальность разработки технологии именно для гидрораспределителя P160 (стр. 16) считаю, сделан необоснованно. Представленный в первой главе анализ относится практически ко всем моделям гидрораспределителей применяемых в навесных гидросистемах тракторов, соответственно и технология будет типовая, эффективная для всех моделей гидрораспределителей, что, безусловно, придаст большую значимость работе. К тому же гидросистемы тракторов Кировского завода, на которые указывает автор, в настоящее время комплектуются исключительно немецкими гидрораспределителями Bosh Rexroth.

Во второй главе представлены теоретические предпосылки повышения межремонтного ресурса золотниковых пар. Рассмотрен механизм образования НКЭП. Разработана математическая модель, устанавливающая связь

микротвердости НКЭП и материала применяемого нанодисперсного порошка, размера фракции и его концентрации в электролите.

Замечания по второй главе:

1. Заявленную зависимость, позволяющую прогнозировать ресурс золотниковой пары, восстановленной с применением НКЭП на основе железа соискатель в работе так и не представил, ограничившись указанием, что для получения такой зависимости нужно формулу (2.18) подставить в формулу (2.9).

2. Параграф 2.4. «Применение метода математического планирования эксперимента для определения наиболее эффективных режимов нанесения покрытия и концентрации наноразмерных частиц» не используется для теоретического обоснования повышения ресурса золотниковых, а является методикой планирования многофакторного эксперимента.

В третьей главе представлены методики проведения экспериментальных исследований с указанием применяемого научно-исследовательского оборудования. К оригинальной и заслуживающей внимание, следует отнести методику получения НКЭП на основе железа. Исследование свойств покрытий проводилось по регламентированным ГОСТ методикам, стендовые и эксплуатационные по частным.

Замечания по третьей главе:

1. В параграфе «Программа исследований» следовало бы отразить структурно-логическую связь этапов исследования, начиная с обзора информации, постановки цели и задач, теоретических и экспериментальных исследований и заканчивая технологией и ее технико-экономической эффективностью.

2. Из методики получения нанокomпозиционных электролитических покрытий на основе железа (параграф 3.2) не ясно как достигается и как контролируется равномерное распределение наночастиц на поверхности детали.

3. Применение методики определения прочности сцепления покрытия с основным металлом по ГОСТ 9.302-88 позволяет дать только качественную оценку, при этом научный интерес представляет так же и количественная оценка данного свойства.

4. При проведении триботехнических испытаний образцов по ГОСТ 23.224-86 «Обеспечение износостойкости изделий», соискатель указывает, что режимы испытаний устанавливали на основании предварительных экспериментов. Следует пояснить, почему принята нагрузка равная 850 Н.

5. Не понятно как при проведении стендовых и эксплуатационных испытаний гидроплотность золотниковых пар проверяли с помощью комплекта средств диагностирования гидросистем КИ28084М, представленного на рисунке 3.24, а не на рисунке 3.22 как указано в работе. По указанной на рисунке 3.22 схеме, при положении золотника «Подъем» определяются общие внутренние утечки, включающие утечки через перепускной клапан и бустерное устройство золотника. Гидроплотность золотниковых пар определяется в положении золотника «Нейтраль».

6. Следует пояснить, изменялась ли производительность насоса при проведении стендовых испытаний с использованием абразива, и учитывалось ли это при определении утечки в золотниковой паре по формуле (3.2).

7. В формуле (3.5) отсутствует погрешность измерения, обозначенная символом T .

В четвертой главе представлены результаты экспериментальных исследований и технологические рекомендации восстановления и упрочнения золотников нанесением нанокomпозиционных электролитических покрытий на основе железа.

В результате исследования микротвердости покрытий было установлено, что наибольшее значение получается при использовании нанодисперсного порошка нитрида алюминия. При этом сравнение теоретических значений полученных по формуле (2.18) и экспериментальных, показало расхождение не

более 15%. Оптимизация полученной регрессионной модели позволила определить режимы, обеспечивающие максимальное значение микротвердости нанокпозиционного электролитического покрытия на основе железа.

Подробно изложены результаты оценки прочности сцепления НКЭП на основе железа с основным металлом, результаты исследования морфологии поверхности, химического состава покрытий, их коррозионной и износостойкости.

Представлены результаты стендовых и эксплуатационных испытаний гидрораспределителей Р160 в хозяйствах Саратовской области. Установлено что их прогнозируемый межремонтный ресурс с золотниками, восстановленными по предлагаемой технологии в 1,55 раза выше, чем у гидрораспределителей, золотники которых восстановлены электролитическим железнением, и в 1,17 раза выше, чем у гидрораспределителей с серийными золотниками.

Замечания по четвертой главе:

1. Из диссертации не ясно, на основании каких исследований установлены значения уровней варьирования факторов при определении режимов нанесения покрытия и концентрации наноразмерных частиц методом многофакторного планирования эксперимента.

2. В работе Хлыстова А.В. отмечается, что процесс железнения сопровождается образованием дендритов и питтингов. Учитывал ли соискатель эти явления при нанесении нанокпозиционных электролитических покрытий на основе железа.

3. Результаты триботехнических испытаний не отражают полную картину износа образцов. Соискатель представил лишь суммарный износ колодки и ролика, что не позволяет определить влияние образца с покрытием на контртело.

4. В 4 главе также не представлены расчетные значения ресурса по формуле (2.9) с учетом зависимости (2.18).

В пятой главе диссертации представлен расчёт технико-экономической эффективности внедрения разработанной технологии. Показано, что ожидаемый экономический эффект составил 629 239 рублей, при программе 2880 золотников в год.

Замечания по пятой главе:

1. В расчетах себестоимости и технико-экономической эффективности соискатель не указывает, откуда приняты значения стоимости золотника, часовой тарифной ставки рабочих, стоимости материалов и оборудования и др. На сколько в настоящее время актуальны эти значения.

В заключении соискатель представил выводы по работе, предложил к внедрению на предприятиях технического сервиса АПК совершенствованную технологию нанесения нанокomпозиционного электролитического покрытия на основе железа, электролит-суспензию и установку.

Перспективы дальнейшей разработки темы соискатель видит в исследовании влияния термообработки на электролитические покрытия железнения, модифицированные наноразмерными частицами нитрида алюминия.

Апробация и полнота опубликования основных результатов работы

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

В составе авторского коллектива Саратовского ГАУ соискатель награжден дипломами и медалями выставки «Золотая Осень» в 2015-2018 годах.

Пятнадцать опубликованных научных работ полностью раскрывают основные положения диссертационного исследования. Соискателем в соавторстве с руководителем опубликовано три статьи в изданиях, включенных в «Перечень рецензируемых научных журналов, в которых должны быть

опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук» ВАК Минобрнауки РФ. Получено два патента на изобретение РФ. Ретроспектива публикаций автора по теме диссертационного исследования с 2014 по 2018 года.

Соответствие содержания автореферата

основным положениям диссертации и качество его оформления

Автореферат в полной мере отражает содержание диссертационного исследования. Все структурные элементы оформлены согласно ГОСТ 7.0.11-2011.

Однако объем автореферата можно было бы сократить. Представленный на стр. 14 рисунок 3 достаточно было бы показать в одном виде, а рисунок 5 на стр. 16 вообще не несет смыслового значения, дублируя результаты представленные в таблице «Содержание основных химических элементов в покрытиях», которая, к тому же, не пронумерована.

Заключение

На основании изучения содержания диссертации Горбушина Павла Александровича, считаю, что она является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему и содержит научно обоснованные технические и технологические решения, внедрение которых вносит вклад в совершенствование и развитие способа восстановления деталей нанесением электролитических покрытий на основе железа.

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

Оппонируемая диссертационная работа отвечает требованиям пункта 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. (в редакции постановления Правительства Российской Федерации № 1024 от

28.08.2017 г.), а автор, Горбушин Павел Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата 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 по специальности

05.20.03 – Технологии и средства технического

обслуживания в сельском хозяйстве,

доцент



С.А. Величко

30 апреля 2019 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. Большевикская, 68

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

E-mail: Velichko2005@yandex.ru

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

