

Отзыв

официального оппонента кандидата технических наук, доцента Ферябкова Александра Витальевича на диссертационную работу Лапаева Андрея Валентиновича на тему: «Восстановление соединений «вал–манжета» подшипниковых узлов сельскохозяйственной техники», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1.Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса в диссертационный совет 35.2.030.03 на базе ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева».

Актуальность темы диссертационного исследования

Эффективное использование сельскохозяйственной техники зависит от конструктивно-технологических решений, заложенных при ее производстве, условий эксплуатации, а также от технического обслуживания и ремонта.

Частые отказы сельскохозяйственной техники – показатель недостаточной проработки конструкции узлов и деталей, не высокого качества производства и комплектующих. В конструкцию сельскохозяйственной техники входят уплотнительные устройства. Нарушение герметичности соединений «вал–уплотнение» снижает надежность эксплуатации машин, ухудшает экологию, повышает расход смазочных материалов, ведет к разрушению узлов, повышая потребность в запасных частях.

Восстановление работоспособности уплотнительных устройств соединений «вал–манжета» подшипниковых узлов является важным направлением развития ремонта техники в сельском хозяйстве. Одним из наиболее быстрых, эффективных и экономически выгодных способов восстановления рабочих свойств наружной цилиндрической поверхности вала является постановка ремонтной втулки. Автор работы обосновал параметры ремонтной втулки и разработал технологию изготовления тонкостенной ремонтной втулки, позволяющую уменьшить зависимость от импортных комплектующих.

Таким образом тема диссертационного исследования А.В. Лапаева, посвященного восстановлению соединений «вал–манжета» подшипниковых

узлов сельскохозяйственной техники, является актуальной, а предложенные в ней способы восстановления уплотнительных устройств валов сельскохозяйственной техники установкой тонкостенной ремонтной втулки имеют научную и практическую ценность.

Научная новизна результатов исследований заключается в обосновании параметров тонкостенной ремонтной втулки, обеспечивающих восстановление и повышение ресурса соединений «вал–манжета» подшипниковых узлов, работающих в условиях абразивного изнашивания.

Практическая значимость результатов исследования.

В диссертации выполнен расчет толщины тонкостенной ремонтной втулки, обеспечивающей оптимальный функциональный натяг в соединении. Выбраны способы упрочнения поверхностного слоя втулки, обеспечивающие увеличение ресурса. Разработан технологический процесс изготовления тонкостенной ремонтной втулки для восстановления соединений «вал–манжета» и изготовлены образцы тонкостенных ремонтных втулок с заданными параметрами.

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

В диссертации выносятся на защиту пять научных положений, связанных с поставленными задачами исследования.

В заключении автором сделаны выводы, которые полностью отражают поставленные задачи в диссертации.

В первом выводе автор представил, выбранный в результате анализа, способ восстановления рабочей поверхности вала в соединении «вал–манжета» подшипниковых узлов сельскохозяйственной техники и перспективный метод упрочнения ремонтной детали.

Вывод достоверен, отражает научную новизну работы и отвечает на первую задачу исследований.

Во втором выводе даны установленные параметры тонкостенной ремонтной втулки: толщина стенки 0,2...0,8 мм, минимальная твердость

поверхности втулки – 14700 МПа. Расчеты базируются на формулах, полученных автором в ходе теоретического обоснования параметров детали. Вывод достоверен и отвечает на вторую задачу исследований.

В третьем выводе в ходе апробации методики проведения экспериментальных исследований по изучению влияния рабочей поверхности тонкостенной ремонтной втулки на работоспособность соединения «вал–манжета» установлено, что тонкостенные ремонтные втулки из стали AISI 321 без упрочнения и втулки с упрочненной поверхностью TiN показали трибологические свойства превосходящие свойства эталонных образцов на всех этапах. Вывод достоверен.

В пятом выводе представлены результаты эксплуатационных испытаний, доказывающие эффективность предлагаемого в диссертации способа ремонта. Достоверность вывода подтверждается актом эксплуатационных испытаний.

Третий и пятый выводы отвечают на третью задачу исследований.

Четвертый вывод констатирует о разработке технологии изготовления тонкостенной ремонтной втулки. В работе определены требования к детали, разработан технологический процесс изготовления тонкостенной ремонтной втулки, выбраны методы и проведено упрочнение ее рабочей поверхности. Достоверность вывода подтверждается актами выполненных работ.

Вывод отвечает на четвертую задачу исследований.

В шестом выводе даны результаты оценки технико-экономической эффективности, предлагаемой технологии изготовления тонкостенной ремонтной втулки. Цена предложенной тонкостенной ремонтной втулки отечественного производства составляет 1/16 стоимости втулок иностранных производителей. Вывод достоверен.

Вывод отвечает на пятую задачу исследований.

Оценка содержания диссертационного исследования Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы, включающего 136 наименований, в том числе 8 – на иностранном языке, и приложений на 9

страницах. Работа изложена на 137 страницах машинописного текста, содержит 60 рисунков, 31 таблицу.

Оформление структурных элементов диссертации соответствуют ГОСТ Р 7.0.11—2011

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цели и задачи исследований, научная новизна и практическая значимость результатов исследований, приведены положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведен анализ парка и условий эксплуатации сельскохозяйственной техники и их влияние на работоспособность соединений «вал–уплотнение»; рассмотрены уплотнения, применяемые в сельскохозяйственной технике, дефекты в соединениях «вал–манжета», требования к поверхности вала в зоне контакта с уплотнением; проанализированы методы восстановления рабочей поверхности валов в зоне контакта с манжетой; на основании анализа работ по упрочнению были выбраны два способа упрочнения рабочей поверхности детали: электролитическое покрытие на основе хрома (температура нанесения в интервале 45–55 °С, обеспечивающее микротвердость 11000–16000 МПа); физическое осаждение (PVD) (температура нанесения в интервале 200–450 °С, обеспечивающее микротвердость более 21000 МПа).

Вторая глава посвящена обоснованию основных параметров тонкостенных ремонтных втулок в целях обеспечения оптимальных условий работы уплотнительного узла.

Получена формула расчета толщины ремонтной тонкостенной втулки в зависимости от суммарного удельного контактного усилия, действующего на эластичный элемент манжеты.

Представлена формула для определения минимальной твердости рабочей поверхности вала, при которой абразивный износ невозможен.

Определены параметры микрорельефа, обеспечивающие оптимальные эксплуатационные свойства детали.

Третья глава описывает последовательность проведения экспериментальных исследований по определению влияния тонкостенной ремонтной втулки с заданными параметрами на работоспособность соединения «вал–манжета». План проведения экспериментальных исследований включает несколько этапов: испытания рабочей поверхности втулок на износостойкость при трении о нежестко закрепленные абразивные частицы; испытания для определения сил трения и температуры в зоне контакта втулки с манжетой; испытания для определения износостойкости исследуемых соединений; эксплуатационные испытания тонкостенных ремонтных втулок. В целях контроля износа тонкостенных ремонтных втулок использована методика определения износа рабочей поверхности втулок профилографированием. Разработана методика, подобрано и изготовлено оборудование для проведения стендовых испытаний соединения «вал–манжета».

В четвертой главе представлены результаты исследований.

Определена толщина тонкостенной ремонтной втулки, обеспечивающая работоспособность соединения, $S_B = 0,2 \dots 0,8$ мм.

Выбрана минимальная толщина ремонтной втулки – 0,25 мм (связано со сложностью изготовления детали).

Изготовлены тонкостенные ремонтные втулки с $S_B = 0,25 \dots 0,35$ мм из стали 40X и стали AISI 321.

Получено минимальное значение микротвердости рабочей поверхности тонкостенной ремонтной втулки – 14700 МПа.

Применение выбранных методов упрочнения (PVD-метод и хромирование) позволило получить образцы тонкостенных ремонтных втулок с заданными параметрами шероховатости и микротвердости рабочей поверхности.

Для проведения стендовых испытаний изготовлены 4 вида трибосоединений, состоящих из манжет и втулок: из стали 45, из стали AISI 321, из стали AISI 321с упрочненной рабочей поверхностью ХТВ 21, из стали

AISI 321 с упрочненной рабочей поверхностью TiN.

В ходе испытаний рабочих поверхностей втулок на износостойкость при трении о нежестко закрепленные абразивные частицы получены значения относительной износостойкости ($K_{и}$) рабочих поверхностей втулок. Экспериментально подтверждено, что в случае, когда критерий твердости $K_T > 0,7$ прямое разрушение практически невозможно (для втулок с поверхностью, упрочненной TiN $K_T = 0,97$ относительно оксида алюминия и $K_{и} = 32,1$).

Испытания по определению влияния рабочей поверхности тонкостенной ремонтной втулки на изменение силы трения скольжения и температуры в соединении «вал–манжета» показали, что тонкостенные ремонтные втулки, изготовленные из стали AISI 321 и втулки из стали AISI 321, упрочненные TiN, по трибологическим свойствам превосходят эталонные образцы на всех этапах испытаний - по силе трения пуска до 10%, по установившейся силе трения до 33 и 43 % соответственно.

Испытания на износостойкость исследуемых соединений проводили с целью определения динамики изнашивания ремонтных тонкостенных втулок в соединении «вал–уплотнение». Износ рабочей поверхности втулок с поверхностным упрочнением TiN составил 10% от износа эталонной втулки. Износостойкость трибосоединений «вал–манжета» с применением тонкостенных ремонтных втулок упрочненных TiN, относительно эталонного образца увеличилась на 22%, а с втулками из стали AISI 321 без упрочнения рабочей поверхности – на 10%.

Эксплуатационные испытания тонкостенных ремонтных втулок проводятся на базе предприятия СПК «КОЛОС». Исследуемые втулки установлены на полуосевые шестерни передних ведущих мостов тракторов БЕЛАРУС – 82. Промежуточные результаты испытаний в реальных условиях эксплуатации показали, что тонкостенные втулки могут использоваться при ремонте техники, обеспечивая восстановление работоспособности соединения «вал–манжета».

В пятой главе для определения экономической эффективности проведен расчет изготовления тонкостенной ремонтной втулки, который показал, что ее стоимость из стали AISI 321 без упрочнения составила 430 руб., из стали AISI 321 с упрочнением TiN – 580 руб., что составляет 1/16 стоимости втулки иностранных производителей.

Полнота опубликования основных результатов работы в печати и соответствие содержания автореферата основным положениям диссертационной работы.

Опубликованные научные работы соответствуют основным положениям диссертационного исследования. По теме диссертационной работы опубликовано 4 печатных работы, в том числе три публикации – в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Автореферат полностью кратко отражает общую характеристику и основное содержание диссертации. В автореферате диссертации в полном объеме представлен перечень публикаций, в которых отражены основные положения диссертационной работы.

Замечания по диссертационной работе:

1. В пункте 1.1 «Анализ состояния парка сельскохозяйственной техники» приводится анализ по 2022 г., но нет данных за последние два года.
2. В пункте 1.5 указаны конструктивные параметры вала по ГОСТ 8752–79. Целесообразно было привести значения этих параметров.
3. В пункте 1.6 введено понятие – тонкостенная ремонтная втулка (ТРВ). Существуют термины: втулка, ремонтная втулка. С какой целью введено понятие.
4. В пункте 1.7, при анализе работ по упрочнению поверхностей трения, обеспечивающие повышенную твердость металла следует акцентировать внимание на недостатках и преимуществах рассматриваемых методов.

5. В пункте 2.1 (стр.53) $\bar{F}$ определяется и как удельная контактная нагрузка, и как удельное контактное усилие, а в параграфе 4.1. (стр.85 как удельное усилие). Необходимо использовать одно определение.

6. В пункте 3.2.3. указывается, что передача крутящего момента от электродвигателя к валу осуществляется с помощью цепной передачи. Было бы логично использовать ременную передачу.

7. В пункте 3.2.4. (стр. 79) допущена опечатка: должно быть - обломы, в тексте - облои.

8. В пункте 4.3 (стр. 87) в 1 абзаце написано, что изготовлены тонкостенные ремонтные втулки, а надо писать заготовки тонкостенных ремонтных втулок.

9. В таблицах Г.1 – Г.4 (Приложение Г) вместо «Среднеарифметическое значение W» следует указать «Среднеарифметическое значение износа».

10. В приложении Д в названии вместо тонкостенных втулок необходимо писать тонкостенных ремонтных втулок.

Заключение.

Отмеченные замечания и пожелания не влияют на качество рассматриваемой диссертационной работы и не снижают практической ценности и научного уровня проведенных исследований А.В. Лапаева

Диссертационная работа Лапаева Андрея Валентиновича на тему: «Восстановление соединений «вал–манжета» подшипниковых узлов сельскохозяйственной техники» соответствует требованиям пунктов 9-14 положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, представляет законченную научно-квалификационную работу. Диссертационное исследование соответствует следующим пунктам паспорта специальности 4.3.1 Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса: п. 20. Методы и технические средства обеспечения надежности, долговечности, диагностики, технического сервиса, технологии упрочнения, ремонта и восстановления машин и оборудования.

Автор диссертационной работы Лапаев Андрей Валентинович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Официальный оппонент
Ферябков Александр Витальевич
кандидат технических наук (05.20.03 –
Технологии и средства технического
обслуживания в сельском хозяйстве),
доцент, доцент кафедры
«Технологического развития систем
жизнеобеспечения сельских территорий»
ФГБОУ ВО «Российский государственный
Университет народного хозяйства
имени В.И. Вернадского»

« 10 » 11 2025г.



Полное название организации: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Министерства сельского хозяйства Российской Федерации «Российский государственный университет народного хозяйства имени В.И. Вернадского».

Почтовый адрес: 143907 Московская обл., г. Балашиха, ш. Энтузиастов, д.50
Контактный телефон: 8 (495) 521-52-22, E-mail: aferyabkov@rgunh.ru

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ:
УНИВЕРСИТЕТ ВЕРНАДСКОГО

143907, МО, г.о. Балашиха, ул. Ш. Энтузиастов 50
Тел.: 521-24-64
143900, МО, г.о. Балашиха, ул. Ю. Фучика, дом 4
Тел.: 521-24-64

« 11 » 11 2025г.



Начальник
Управления персоналом
Андреанова Е.С.

