

## ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, доцента Тимашова Евгения Петровича на диссертационную работу Голиницкого Павла Вячеславовича, выполненную на тему «Повышение долговечности опор скольжения сочетанием точностных и технологических методов восстановления деталей соединения», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки) в диссертационный совете 35.2.030.03, созданный на базе ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева

### **Актуальность избранной темы**

Ремонтное производство имеет существенное значение для экономики, особенно в аграрном секторе. Доля сельскохозяйственной техники, возраст которой превышает 10 лет, составляет более 40%, что требует от предприятий значительных усилий для поддержания её в рабочем состоянии.

Одним из ключевых компонентов сельскохозяйственной техники является двигатель внутреннего сгорания, среди которых выделяются модели, произведённые Ярославским моторным заводом, отличающиеся высокой ремонтпригодностью и обеспечивающие длительный срок службы. Важную роль в процессе ремонта двигателей внутреннего сгорания играют высокоточные и технологические методы восстановления деталей, образующих соединения, что способствует повышению их долговечности. Внедрение технологий «Индустрии 4.0» позволяет приблизить параметры восстановленных деталей к характеристикам новых.

Таким образом, тема диссертационной работы Голиницкого П.В. является, безусловно, актуальной и имеет существенное значение для развития страны.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Автором проанализированы работы, направленные на развитие теории

точности и практику взаимозаменяемости: В.П. Булатова, И.Г. Фридлиндера, А.П. Баталова, А.И. Якушева, И.В. Дунина-Барковкого и А.И. Иванова, а также работы ведущих ученых, занимающихся технологиями восстановления машин: К.А. Ачкасова, А.Н. Батищева, Е.Л. Воловика, М.Н. Ерохина, И.И. Згирского, Н.Н. Литовченко, И.Н. Луневского, В.П. Лялякина, Б.Н. Орлова, А.В. Поляченко, Т.К. Потапова, Е.А. Пучина, Е.И. Семенова, В.А. Степанова, В.В. Стрельникова, А.И. Таратуты, Н.Ф. Тельнова, М.И. Черновола, В.И. Черноиванова, А.П. Шнырева и других исследователей, занимавшихся вопросами долговечности соединений после проведения ремонта.

По представленным в диссертационной работе цели, задачам и общим выводам, необходимо отметить следующее:

- цель и задачи диссертационной работы, представленные автором, верны и соответствуют уровню работы на соискание ученой степени доктора технических наук;
- научные положения, изложенные в диссертационной работе, обосновываются данными автора и данными, ранее полученными известными учеными по рассматриваемой теме, представленными в независимых источниках, посвященным проблемам долговечности и ремонта сельскохозяйственной техники;
- общие результаты работы логично вытекают из содержания диссертационной работы, содержат полезную научную информацию и результаты, важные с практической точки зрения.

По результатам диссертационной работы автором сформулировано 9 общих выводов.

Первый вывод соответствует первой задаче исследования. Получена теоретическая зависимость для расчета минимальной толщины масляного слоя с целью обеспечения несущей способности. Также получено математическое выражение для определения наименьшего зазора в посадке в зависимости от минимальной толщины масляного слоя с учетом коэффициента запаса надежности несущей способности в подшипнике скольжения.

Второй вывод свидетельствует о разработанной теоретической модели выбора рациональных способов восстановления двух деталей, входящих в соединение, с учетом параметров точности и стоимости ее обеспечения и полученных с помощью неё результатов.

Третий вывод является результатом обоснования применения метода обжата при восстановлении бронзовых втулок, включая теоретическое обоснование использования по критерию сохранения геометрической устойчивости, математические выражения, рекомендации по расчету и выбору геометрических параметров деформирующей матрицы в зависимости от величины изнашивания внутренней поверхности и требуемого диаметра втулки.

Четвертый вывод имеет практическое значение и свидетельствует о проведенных экспериментах и разработанной технологии восстановления внутренних поверхностей подшипников скольжения с износом до 0,8 мм, изготовленных путём объёмного обжата с последующим электроконтактным напеканием.

Пятый вывод свидетельствует, об эффективности применения цифровых технологий, позволяющих снизить исправимый и неисправимый брак, а также уменьшить реальную зону рассеяния размеров после контроля.

Шестой вывод свидетельствует о разработанной методике применения комплекса цифровых технологий, позволяющих реализовать метод цифрового подбора на основе комплекса цифровых технологий и его преимуществе по сравнению с методом полной взаимозаменяемости.

Седьмой вывод имеет практическое значение и свидетельствует о оценить влияние цифровых технологий на временные потери, ошибки, связанные с человеческим фактором, трудоёмкость ключевых производственных процессов.

Восьмой вывод является результатом расчетов количества неправильно принятых и неправильно забракованных деталей при замене аналоговых средств измерений на цифровые.

Девятый вывод является результатом расчета экономической эффективности использования комбинированного метода восстановления

втулок под опорные шейки распределительных валов. Экономической эффективности от применения цифровых средств измерений. Экономическая эффективность от увеличения срока службы исследуемых соединений.

Достоверность и обоснованность полученных результатов и выводов обуславливаются системным подходом к решению поставленных задач для достижения цели диссертационной работы.

При разработке новых положений автор использовал моделирование, наблюдение, методы функциональной классификации, сравнительного и структурного анализа, элементы теорий: точности, жидкостного трения, пластического деформирования и спекания металлических порошков. Обработка экспериментальных данных производилась согласно методам теории вероятностей и математической статистики с применением стандартных и специально разработанных алгоритмов. Это позволило автору сделать обоснованные выводы по результатам выполненной работы.

#### **Оценка новизны и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Научную новизну диссертационного исследования составляют:

- полученная математическая зависимость, позволяющая определить величину минимального зазора в подшипнике скольжения по критерию обеспечения наименьшей толщины масляного слоя с учетом микро- и микрогеометрии деталей, образующих соединение;
- разработанная теоретическая модель, позволяющая осуществить рациональный выбор способов восстановления двух сопрягаемых деталей, входящих в соединение с зазором, с учетом параметров надежности, точности и стоимости обработки;
- разработанный метод цифрового подбора диаметров валов и втулок, позволяющий достичь гарантированного наименьшего зазора и наибольшего запаса на износ в соединении;
- полученные математические выражения по расчету геометрических параметров деформирующей матрицы в зависимости от величины

изнашивания внутренней поверхности втулки без потери её геометрической устойчивости;

- разработанный комплексный подход к применению цифровых инструментов на ремонтном предприятии, объединённых в единую информационную среду (ЕИС);
- определенные задачи и требования к применяемым цифровым инструментам в рамках ЕИС.

Достоверность результатов обеспечена изучением и анализом ранее выполненных работ в области взаимозаменяемости и нормирования точности, применения цифровых инструментов и восстановления деталей, применением стандартных методик сбора и обработки данных, использованием современного программного обеспечения.

Теоретическую значимость работы представляют полученная математическая зависимость, позволяющая определить величину минимального зазора в подшипнике скольжения по критерию обеспечения наименьшей толщины масляного слоя с учетом микро- и микрогеометрии деталей, образующих соединение. Разработанная теоретическая модель, позволяющая осуществить рациональный выбор способов восстановления двух сопрягаемых деталей, входящих в соединение с зазором, с учетом параметров надежности, точности и стоимости обработки. Разработанная метод цифрового подбора диаметров валов и втулок, позволяющий достичь гарантированного наименьшего зазора и наибольшего запаса на износ в соединении. Полученные математические выражения по расчету геометрических параметров деформирующей матрицы в зависимости от величины изнашивания внутренней поверхности втулки без потери её геометрической устойчивости. Разработанный комплексный подход к применению цифровых инструментов на ремонтном предприятии, объединённых в единую информационную среду (ЕИС). Определенные задачи и требования к применяемым цифровым инструментам в рамках ЕИС.

Практическая значимость работы заключается в:

- разработанных и внедрённых технологических решениях, позволяющих осуществлять объёмное обжатие втулок с целью формирования внутреннего отверстия под вал ремонтного размера с последующим восстановлением наружной поверхности под номинальный размер методом электроконтактного напекания стальных порошков на бронзовое основание, а также реализована технология обработки внутренних поверхностей втулок заданного размера в пределах  $\pm 0,002$  мм.
- разработанной и внедрённой цифровой маркировкой деталей для применения в условиях мелкосерийного ремонтного производства, позволяющей автоматизировать подбор пар трения по критерию обеспечения наибольшего запаса на износ.
- разработанных и внедрённых рекомендациях по проведению имитационного моделирования процессов ремонтного производства.
- разработанных и внедрённых рекомендациях по замене аналоговых средств измерений на цифровые.
- разработанной и внедрённой системе принятия решений о необходимости проведения ремонта, ориентированная на достижение наибольшего остаточного ресурса соединения.
- разработанных рекомендациях по применению метода цифрового подбора.

Основные положения диссертации достаточно полно опубликованы в 46 научных трудах, в том числе в трех учебно-методических пособиях, в 35 статьях (12 из них – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ для публикации материалов диссертаций) и тезисах докладов, имеется 8 авторских свидетельств, патентов.

### **Замечания**

1. Опечатка в спецификации формулы (1.1).
2. В работе не рассматриваются отклонения расположений перегородок блока цилиндров, направляемого на ремонт, ввиду того что заявленная компенсирующая способность толстостенных втулок может оказаться недостаточной для обеспечения требуемой надежности и долговечности.

3. В разделе 2.3 представлена математическая модель оптимизации затрат на восстановление и обработку отверстия и вала, формирующих соединение, при заданных ресурсных ограничениях и функции вероятности безотказной работы  $P(t)$ . На основании проведенного анализа сформулирован вывод: для вала предпочтительным методом является обработка до ремонтного размера, а для втулки рекомендуется комбинированный подход, при этом в тексте отсутствуют конкретные значения параметров, на основании которых сделаны данные заключения.

4. В работе декларируется, что комплексное применение цифровых технологий имеет значительное преимущество перед фрагментарным, при этом отсутствует информация о проведенной сравнительной оценке.

5. Отсутствует описание операции демонтажа изношенных втулок и установки восстановленных втулок в отверстия блока цилиндров. Не указано, какими мерами обеспечивается натяг соединения «втулка – блок цилиндров».

6. В работе не представлены результаты эксплуатационных испытаний или наблюдений за состоянием соединений «втулка – блок цилиндров» и «распределительный вал - втулка».

7. Разработанный цифровой контрольный листок представлен только для распределительного вала, что не позволяет сделать вывод о возможности масштабирования на другие детали и соединения.

8. Из работы не ясно, как на надежность соединения «втулка – блок цилиндров» влияет замена контактирующего материала на наружной поверхности втулки.

9. Имеются ли у предлагаемых средств цифрового контроля интерфейсы для автоматической передачи данных в ЕИС?

### **Заключение**

Представленная Голиницким П.В. диссертация выполнена на актуальную тему, является научно-квалификационной работой, выполненной на достаточных научном и техническом уровнях. В ней на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технические и

технологические решения, направленные на повышение долговечности и стабильности послеремонтных показателей техники АПК. Внедрение этих решений вносит значительный вклад в развитие страны. Диссертация имеет внутреннее единство и соответствует паспорту специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки). Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы.

Несмотря на отмеченные недостатки, диссертационная работа соответствует критериям, указанным в п. 9, 10, 11, 13 и 14 постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. N 842 (ред. от 25.01.2024) «О порядке присуждения ученых степеней», а ее автор – Голиницкий Павел Вячеславович достоин присуждения ученой степени доктора технических наук по указанной выше специальности.

Официальный оппонент,  
доцент инженерного факультета  
ФГБОУ ВО «Белгородский государственный  
аграрный университет имени В.Я. Горина»,  
доктор технических наук, доцент  
«24» апрель 2026 года



Тимашов Евгений Петрович, научная специальность 05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве  
Почтовый адрес: Россия, 308503, Белгородская обл., Белгородский р-н, п. Майский, ул. Вавилова, 1, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина»  
Сайт: <http://www.belgau.ru>; тел.: +7 (4722) 39-21-79; +7 (4722) 39-22-62;  
e-mail: [info@belgau.ru](mailto:info@belgau.ru)

