

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, доцента Яковлева Сергея Александровича на диссертационную работу **Гринченко Лаврентия Александровича** на тему: «Обеспечение качества сборки соединений при ремонте машин методами цифровизации и размерного анализа», представленной к публичной защите 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 исследования.

В настоящее время наблюдается значительный рост себестоимости изготовления новых деталей, используемых в машиностроении, что затрагивает, в том числе, и сельскохозяйственную технику, использующуюся в Российской Федерации. Повышение затрат, связанное с заменой изношенных деталей на новые, неизбежно, скажется на повышении потребительских цен и снижении конкурентоспособности с импортной техникой, поэтому сейчас вопросы повышения качества ремонта и восстановления изношенных деталей и комплектующих остаются крайне актуальными как для производственных, так и для ремонтных предприятий.

Одной из ответственных операций технологического процесса ремонта является сборка. От качества сборки зависит надёжность и долговечность отремонтированных агрегатов и машин. На качество сборки влияет множество различных факторов таких как расположение деталей, техническое оснащение сборочного участка, метрологическое обеспечение процесса, параметры микрогеометрии деталей собираемых деталей и др.

Одним из эффективных инструментов, позволяющих обеспечить необходимый уровень качества и точности сборки, еще на этапе проектирования, является размерный анализ. Применение размерного анализа при проектировании позволяет рассчитать точностные параметры деталей, таким образом, чтобы формирующиеся из них сборочные единицы и агрегаты обладали гарантированной надёжностью и долговечностью.

Научная новизна результатов исследования.

Разработана методика для вычисления предельного значения радиального зазора в соединении фланца выходного вала коробки передач ЯМЗ-239 с манжетой. Методика позволяет установить значение радиального зазора, при котором начнутся утечки в соединении фланца выходного вала коробки передач ЯМЗ-239 с манжетой.

Для приведения отклонения от соосности к нормируемой величине составлена методика расчетов количества и допустимых размеров компенсаторов, основанная на размерном анализе.

Практическая значимость результатов исследования заключается в разработке рекомендаций по совершенствованию процесса сборки фланца выходного вала КПП ЯМЗ-239. Доказано, что предложенная методика селективной сборки повышает ресурс отремонтированного соединения.

Методика выбора средств измерений для контроля отклонений формы и расположения поверхностей деталей при ремонте машин позволяет снизить потери от вероятностей ошибок 1-го и 2-го рода и повысить точность и качество сборки.

Предложенное условное обозначение требований к шероховатости поверхности вала под манжету, которое решает проблему лучшей смазки кромки манжеты.

Результаты исследования могут быть внедрены на ремонтные предприятия АПК. Выполненное исследование подтверждает научную значимость для агроинженерной науки и техники.

Достоверность, обоснованность и новизна основных выводов. В ходе исследований были использованы методы математического анализа, элементов теории взаимозаменяемости, теории вероятностей и математической статистики и теории сопротивления материалов. Результаты исследования имеют совпадения теоретического обоснования и полученных в ходе экспериментов результатов.

В заключении автором сделано 6 выводов, каждый из которых полностью отражает 6 поставленных задач.

В первом выводе приводятся результаты анализа процессов процесса комплектации и сборки коробки передач ЯМЗ-239, на основе которых проведено цифровое моделирование, и определены пути для построения имитационной модели.

Во втором выводе приведены результаты теоретических исследований в области применения размерного анализа для повышения качества сборки. Усовершенствованы методика составления размерной цепи для соединения «вал-уплотнение» и методика расчета компенсаторов.

В третьем выводе, в ходе апробации методики расчета размерной цепи на примере выходного вала КПП ЯМЗ 239, определено количество звеньев и значения их предельных отклонений. Рассчитано значение отклонение от соосности при котором начнутся утечки смазки в соединении.

В четвертом выводе в ходе апробации методики расчета размерной цепи редукторов Н.094.44.000-323 и Н.090.20.000-121 картофелеуборочного комбайна КПК-2-01, определены предельно допустимые размеры компенсирующих звеньев, которые обеспечат нахождение отклонения замыкающего звена в заданных пределах. Определены размеры и рациональное количество компенсаторов.

В пятом выводе определены пути применения селективной сборки в соединении фланца коробки передач с манжетой, где в одной группе новые валы будут соединяться с манжетами меньшего диаметра, а изношенные валы будут подвергаться дополнительной обработке и соединяться с манжетами большего диаметра. Таким образом соединения обеих групп будут иметь одинаковые пределы натягов, большие чем при обычной сборке, что приведет к увеличению ресурса у данного соединения.

В шестом выводе посчитаны: суммарные затраты на применение цифровых средств измерений и определена их экономическая эффективность;

экономических эффект от использования ремонтной втулки при восстановлении поверхности вала под манжету.

Оценка содержания диссертационного исследования, ее содержания и замечания. Диссертация включает введение, пять глав, заключение, список используемых источников информации из 174 наименования, и приложения на 1 странице. Объем диссертации – 142 страницы, содержит 37 таблиц и 27 рисунков. Результаты исследований прошли широкую апробацию на различных научных конференциях, опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК и Scopus.

В целом оформление и структура диссертации и автореферата соответствуют ГОСТ Р 7.0.11-2011.

Введение. Включает актуальность темы исследования, степень разработанности, цель, задачи, объект, предмет, научную новизну, теоретическую и практическую значимость, методы, основные положения на защиту, степень достоверности и апробацию, структуру и объем диссертации.

Глава 1. Анализ состояния вопроса и задачи исследований. Первая глава включает обзор литературы по теме исследования. Проведен анализ нотаций цифрового моделирования и их возможностей для ремонтного предприятия; обоснована необходимость применения размерного анализа для повышения качества сборки, а также разработки рекомендаций по совершенствованию метрологического обеспечения контроля отклонений формы и расположения поверхностей деталей при ремонте машин. Исследованы факторы, влияющие на работоспособность соединения «вал-уплотнение».

Глава 2. Теоретические основы обеспечения качества сборки соединений при ремонте машин методами цифровизации и размерного анализа

В главе представлены цифровые модели процесса комплектации и сборки КПП в нотациях IDEF0 и BPMN. Определены основные пути применения имитационного моделирования с использованием построенных

моделей. Усовершенствованы методики расчета размерных цепей, за счет использования звеньев в виде отклонения от соосности и радиального биения, а также методики расчета размерных цепей использующий компенсирующие звенья для достижения заданной точности замыкающего звена.

Глава 3. Методы и средства экспериментальных исследований. В главе выбраны средства измерений для контроля деталей составляющих соединение «вал-уплотнение». Разработана методика расчета предельно допускаемой погрешности измерений, использующиеся при контроле формы и расположения соединяющихся поверхностей вала и манжеты. Представлен алгоритм разработанной компьютерной программы.

Глава 4. Результаты исследований и их анализ. В главе представлены результаты апробаций методик составления размерной цепи для соединения «вал-уплотнение» на примере выходного вала КПП ЯМЗ-239. Доказано, что при отклонении от соосности свыше 0,095 мм в исследуемом соединении начнутся утечки. Апробирована методика расчета и выбора размеров компенсаторов с помощью размерного анализа на примере соединения вала редуктора Н.094.44.000-323 с валом редуктора и Н.090.20.000-121 в картофелеуборочном комбайне КПК-2-01. Выявлено, что наиболее рационально использовать набор прокладок разной толщины. Предложено при комплектации и сборки соединения «вал-уплотнение» разбиение диаметров манжет на две группы, что позволит увеличить начальный натяг и повысить ресурс.

Глава 5. Оценка экономической эффективности. В главе определены суммарные годовые затраты при применении цифровых средств измерений, выявлено, что применение более точных средств измерений будет экономически целесообразней за счет сокращения потерь от ошибок 1-го и 2-го рода. Определен экономический эффект от ремонта вала с помощью установки ремонтной втулки.

Соответствие публикаций и автореферата основным положениям диссертационной работы. Основные результаты исследования отражены в 13 научных трудах, в том числе 6 публикации в журналах, рекомендованных ВАК, 1 публикация в изданиях, индексируемых в международных цитатно-аналитических базах данных.

Содержания автореферата в полной мере отражает общую характеристику и основное содержание диссертации, а также заключение, рекомендации производству и перспективы дальнейшей разработки темы. В полном объеме представлен перечень публикаций, в которых отражены основные положения диссертационной работы.

Замечания по диссертационной работе.

1. Автор утверждает (стр. 7), что исследования в заявленной области ведутся во всем мире, при этом не приводятся авторы этих исследований и литературные источники.

2. Рисунок 1.5 на стр. 32 целесообразнее было обозначить: Дерево свойств «Основные показатели качества резиновых уплотнительных манжет».

3. В п.1.1 при анализе различных нотаций цифрового моделирования не рассмотрена нотация VAD (value added chain diagram), которая также, как и IDEF0, может быть использована на верхнем уровне.

4. В таблице 1.3 фактор овальность относится к геометрическим показателям.

5. На стр. 40 и 41 представлены рис. 1.7 и 1.8. В тексте диссертации отсутствует информация, поясняющая эти рисунки.

6. На стр. 43 в рисунке 1.10 встречаются некорректные термины: вал из резины, вал из полиуретана.

7. На рис.2.1 не указаны «механизмы» и «ресурсы» процесса ремонта КПП в нотации IDEF0.

8. На рис 2.3 следовало отметить точки (индикаторы) мониторинга процесса сборки.

9. В п.2.1.2, следовало связать показатели качества сборки деталей и узлов с идентификацией возможных рисков по процессу и применить диаграмму Исикавы для их анализа.

10. На стр. 71 в зависимости 3.3 корректнее выражение овальность и прямолинейность, т.к. конусность является частным случаем прямолинейности.

11. Из работы не ясно, возможно ли применение методики составления размерной цепи с разделением звеньев на две категории – статические отклонения от соосности и динамические – в виде радиального биения к другим типам соединения, а не только «вал-уплотнение», как это рассмотрено в работе.

12. В расчетах экономической эффективности не учтены затраты на амортизацию оборудования применяющегося при внедрении технологического процесса восстановления валов установкой ремонтной втулки.

Указанные замечания и недостатки носят характер дополнений, уточнений и пожеланий, не снижают научной ценности и практической значимости настоящей диссертации.

Заключение.

Диссертационная работа Гринченко Лаврентия Александровича, выполненная на тему: «Обеспечение качества сборки соединений при ремонте машин методами цифровизации и размерного анализа» представляет законченную научно-квалификационную работу, в которой содержатся технические и технологические решения по применению теории и практики расчета размерных цепей для обеспечения долговечности поверхности вала под манжету при ремонте сборочных единиц машин, внедрение которых вносит существенный вклад в вопросы обеспечения надежности техники для агропромышленного комплекса страны. По своей актуальности, научной новизне и практической значимости диссертация соответствует требованиям пп. 9, 10, 11, 13 и 14 раздела II «Положения о присуждении ученых

степеней», утвержденного правительством Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, с последующими изменениями, предъявляемым к диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Гринченко Лаврентий Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки).

Официальный оппонент

Яковлев Сергей Александрович

доктор технических наук

(4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса), доцент, профессор кафедры технологии

производства и ремонта машин,

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

тел.: 8 (8422) 55-95-97; e-mail: jakseal@mail.ru

Полное название организации: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина» (ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ)

Почтовый адрес: 432017, Ульяновская область, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1.

Контактный телефон: 8 (8422) 55-95-35, e-mail: ugsha@yandex.ru

22 мая 2025 г.

Подпись Яковлев С.А.
ф.и.о.
Ученый секретарь Ученого
«22» 05 20

