

ОТЗЫВ

официального оппонента Фомина Андрея Ивановича на диссертационную работу Верхутова Алексея Александровича на тему «Совершенствование дефектовки коленчатых валов автотракторных двигателей использованием виброакустического способа», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве

1. Актуальность темы диссертации

Одним из показателей эффективности автотракторных двигателей является затраты на обеспечение их работоспособного состояния, которые за весь срок службы в пять раз выше затрат на изготовление. Значительная доля затрат и простоев в ремонте автомобилей и других машин приходится на двигатель (до 35%). К причинам относятся высокие затраты труда, времени и средств на дефектовку такого дорогостоящего и лимитирующего элемента двигателя, как коленчатый вал. В связи, с чем, повышение эффективности автотракторных двигателей совершенствованием технологических процессов дефектовки коленчатых валов является актуальной задачей.

2. Достоверность и новизна основных выводов

Основные выводы в диссертационной работе представлены виде пяти пунктов общих выводов (с. 109-111).

Вывод первый по диссертационной работе содержит оценку общей надёжности коленчатых валов и значимости отказов по причине усталостных разрушений. Вывод является новым, его достоверность не вызывает сомнений, так как он сделан на основе результатов эксплуатационных наблюдений за представительной выборкой двигателей.

Вывод второй отражает результаты теоретических исследований закономерностей изменения показателей усталостных разрушений вала, в следствии, увеличения вероятностных разрушений и количества разрушенных пластических элементов. Вывод имеет научную новизну и практическую значимость, является достоверным, так как подтверждается квалифицированным использованием теории колебаний.

Вывод третий устанавливает алгоритм определения дефектов в структуре коленчатого вала на основе распознавания импульсной переходной функции, по которой вычисляется добротность динамической системы коленчатого вала. Доказана линейная связь добротности и времени релаксации. Вывод обладает научной новизной, достоверность подтверждается объёмом выборки валов, которые существенно больше минимального объёма.

Вывод четвёртый достоверен и отражает результаты экспериментальных исследований добротности динамической системы коленчатых валов в

зависимости от наработки. Вывод достоверен, подтверждается соответствием добротности к требованиям к дефектовочным параметрам, а также высокими параметрами достоверности, является новым и имеет практическую значимость.

Вывод пятый базируется на результатах эксплуатационных исследований технического состояния коленчатых валов и разработанным алгоритмом дефектовки. Он отражает экономическую эффективность разработок вследствие сокращения трудоёмкости дефектовки на 24%. Установлен алгоритм определения дефектов в структуре коленчатого вала на основе распознавания импульсной переходной функции, по которой вычисляется добротность динамической системы коленчатого вала. Доказана линейная связь добротности и времени релаксации. Вывод достоверен, так как подтверждается актами использования результатов диссертационной работы, и имеет важное практическое значение.

3. Ценность результатов исследований для науки и практики

Научную ценность представляет математическая модель, позволяющая увязать степень усталостных разрушений коленчатого вала с параметрами виброакустического сигнала, подтверждающая закономерности повышения его ресурсных показателей и алгоритм процесса дефектовки коленчатого вала методом импульсного воздействия.

Практическую значимость имеют результаты исследований параметров виброакустического сигнала и их связь с параметрами трещин, также зависимость параметров виброакустического сигнала от наработки коленчатого вала и их предельные значения. Важное значение имеет усовершенствованная операция дефектовки с использованием виброакустического способа, обеспечивающая повышение эффективности использования ресурса коленчатого вала при восстановлении.

4. Структура и анализ содержания диссертации

Диссертационная работа изложена на 150 страницах и состоит из введения, 5 разделов и общих выводов. Работа содержит 11 таблиц, 48 рисунков и 3 приложения. Список литературы включает в себя 119 источников, из которых 12 – на иностранном языке.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, представлена ее новизна и значимость, изложены научные положения и результаты исследований, выносимые на защиту.

Первая глава диссертации посвящена анализу состояния вопроса, цели и задачам исследований. Проведён анализ технического состояния коленчатых валов двигателей, поступивших на капитальный ремонт. Проведен широкий анализ способов и средств диагностики и дефектовки усталостных трещин ко-

ленчатых валов. Обоснована целесообразность использования виброакустического способа.

Во втором главе рассмотрены теоретические предпосылки зависимости степени усталостного разрушения и виброакустических параметров коленчатого вала от его наработки. Теоретический анализ изменения степени усталостного разрушения коленчатого вала в процессе эксплуатации, показал, что последовательность модели физического предела усталости такова: дислокации – субмикро – микро – макротрещины – разрушение. Доказано, что все показатели степени усталостного разрушения деталей (длина трещины и концентрация микротрещин) прямо пропорциональны глубине трещины и с ростом числа циклов нагружения возрастают по экспоненциальной зависимости.

Применимость виброакустического способа для обнаружения трещин в коленчатом вале как в динамической системе при ударе, позволяет выполнить экспресс-анализ дефектов коленчатых валов в условиях ремонтных предприятий с построением соответствующей математической модели. Для математического моделирования колебаний принята рабочая гипотеза о закономерном рассеивании энергии колебаний от преград, связанных с ростом поверхности трещин. При анализе дефектного состояния коленчатого вала, происходящие в нем колебательные процессы, рассматривались при импульсном воздействии.

Разработанная методика определения добротности динамической системы коленчатого вала основана на её анализе. Она может быть представлена в виде ряда относительно самостоятельных этапов. Добротность динамической системы коленчатого вала с ростом трещин снижается. Размер же трещин (длина, глубина) с ростом наработки в процессе эксплуатации возрастает.

В третьей главе представлена общая методика и программа исследований, а также частные методики экспериментальных проверок.

Работа выполнялась на участке дефектовки в лаборатории кафедры ОПБС ИнЭТС СГТУ имени Гагарина Ю.А. и на участке дефектовки коленчатых валов завода «Ремдизель».

Виброакустические колебания в виде импульсной переходной функции регистрировали измерителем шума и вибраций ВШВ-003-М3 с использованием вибропреобразователей ДН-3-М1 и ДН-4-М1. Для определения трещин применялся магнитный дефектоскоп с измерительным инструментом.

Анализ полученных записей виброакустических колебаний выполнялось программным обеспечением, реализованным в MATLAB, который обеспечивает как предварительную обработку, основанную на применении быстрого преобразования Фурье, так и анализ гармонических составляющих колебаний.

В четвертой главе представлены зависимости показателей состояния коленчатых валов от пробега двигателей КАМАЗ-740 и КАМАЗ-ЕВРО. Результаты эксплуатационных исследований показали высокую степень сходимости аналитических расчетов и экспериментальных результатов. В

результате эксплуатационных исследований установлены нормативы пробега валов до ремонта по усталостным разрушениям.

В пятой главе определены предельные значения добротности динамической системы коленчатого вала по технико-экономической методике по экономическому критерию – минимуму суммарных удельных затрат на предупреждение усталостного разрушения вала и устранения последствий его усталостной поломки.

Представлен алгоритм и технология дефектовки коленчатых валов при различных вариантах восстановления и сочетания дефектов.

Показано, что ожидаемый экономический эффект составляет 2240 рублей для базовых двигателей и 3320 рублей для двигателей ЕВРО.

5. Общие замечания и недостатки работы

1. Названия разделов в оглавлении диссертации частично отличаются от ее содержательной части (в частности глава 1, разделы 1.1, 1.2, 2.1, 2.2);

2. Отдельные ссылки на литературу по тексту диссертации не соответствуют позициям, указанным в списке литературы;

3. Не представлены критерии выбора способа дефектовки коленчатого вала, и какие дефекты обнаруживаются виброакустическим способом;

4. Не ясно как проверялась принятая рабочая гипотеза о закономерном рассеивании энергии колебаний от преград, связанных с ростом поверхности трещин;

5. В работе автором рассматривается коленчатый вал, поверхность которого, после шлифования и имеет параметр шероховатости $Ra \leq 0,16$ мкм, не ясно как данные будут соизмеримы с валами которые после эксплуатации, стр. 54;

6. Недостаточно чётко обоснованы параметры отклонения и массы маятника;

7. Из текста не ясно как оценивали величину или степень внутренних дефектов коленчатых валов;

8. Почему при предупредительном ремонте коленчатого вала Вы по алгоритму не предусматриваете виброакустическую дефектовку.

6. Завершенность и качество оформления диссертации.

Оценка автореферата и публикаций

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, выполненная Верхутовым Алексеем Александровичем, является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные технические решения, имеющие существенное значение для экономики страны. Содержание автореферата в целом соответствует основным положениям диссертации. Основное содержание диссертации изложено в 17 печатных работах, в том числе две статьи в рецензируемых научных изданиях по перечню ВАК и одна в научном издании, включённом в базы Web of Science и Scopus..

7. Реализация результатов исследования

Результаты исследований внедрены в ОАО «Межгородтранс» (г. Саратов) и ООО «Газпром трансгаз Саратов» (г. Саратов), прошли производственную проверку в эксплуатации. Используются в учебном процессе и научной работе ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.».


8. Заключение

Диссертация Верхутова Алексея Александровича «Совершенствование дефектовки коленчатых валов автотракторных двигателей использованием виброакустического способа» представляет собой законченную научно исследовательскую работу на актуальную тему, решает важную научно-практическую задачу, выполнена автором самостоятельно. В работе приведены результаты, позволяющие их квалифицировать как существенный вклад в развитие технологий повышения работоспособности сельскохозяйственной техники. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Работа изложена доступным, грамотным языком, аккуратно оформлена.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве, отвечает требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09. 2013 г. Ее автор Верхутов Алексей Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве.

23 ноября 2021 г.

Официальный оппонент
доцент кафедры технического сервиса машин
ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва»
канд. техн. наук 05.20.03 – Технологии и средства
технического обслуживания в сельском хозяйстве


Фомин Андрей
Иванович

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Мордовский
государственный университет им. Н.П. Огарёва»
(ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва»)
430000, г. Саранск, ул. Большевикская, 68
Тел. 8-(8342)-25-44-39,
E-mail: fominsurgod@yandex.ru, Сайт: www.mrsu.ru

