DOI: 10.34220/ITRT2021_10-15

УДК 621.436: 621.43.031.004.13

Зябиров И. М.

канд. техн. наук, доцент кафедры
технического сервиса машин ФГБОУ
ВО Пензенский государственный
аграрный университет, РФ

Зябиров А. И.

канд. техн. наук, доцент кафедры
технического сервиса машин ФГБОУ
ВО Пензенский государственный
аграрный университет, РФ

Zyabirov I. M.

cand. tech. sciences, docent of the
Department of Technical Service of
Machines Penza State Agrarian
University, Russian Federation

Zyabirov A. I.

cand. tech. sciences, docent of the
Department of Technical Service of
Machines Penza State Agrarian
University, Russian Federation

МЕТОД КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ

METHOD FOR MONITORING THE PARAMETERS OF THE TECHNICAL CONDITION OF THE TRANSMISSION OF A TRUCK

Ключевые слова: автомобиль, коробка передач, вибрации, частота, вибрационный анализ.

Аннотация: в статье предложены рекомендации по контролю технического состояния коробки передач грузового автомобиля по параметрам вибрации.

Keywords: car, transmission, vibrations, frequency, vibration analysis.

Annotation: the article offers recommendations for monitoring the technical condition in terms of vibration parameters.

Носителем информации о техническом состоянии коробки передач грузовых автомобилей, согласно нашим исследованиям, является вибросигнал, поэтому необходимой частью системы должны быть устройства съема и регистрации сигнала. Сигнал, воспринимаемый датчиком, установленным на корпусе механизма, содержит информацию о состоянии всех узлов механизма. Следовательно, необходимо обеспечить возможность выделения части сигнала, полезной для постановки диагноза.

Для решения данной диагностической задачи нами была выполнена разработка средств диагностирования с учетом математического обеспечения на ПК, позволяющего формировать информативные диагностические признаки и оптимальные решающие правила для определения технического состояния агрегата.

Различные методы диагностирования, применяемые в системах диагностирования, требуют предварительной обработки виброакустической информа-

ции. Предварительная (первичная) обработка позволяет выделить информативные, с точки зрения диагностирования, зоны виброакустического сигнала из шумов, создаваемых другими источниками. К предварительной обработке можно отнести:

- фильтрацию сигнала (низкочастотную, высокочастотную, полосовую, синхронно-гребенчатую);
- демодуляцию сигнала (амплитудную и фазовую);
- стробирование и др.

В большинстве ныне действующих систем предварительная обработка виброакустического сигнала осуществляется подсистемой аналоговой обработки, которая включает в себя перестраиваемые фильтры, полосовые фильтры с изменяемой шириной полосы, синхронно-гребенчатые фильтры, работающие в диапазоне частот до 15-1000 Гц.

Данные положения обладают существенными преимуществами при обнаружении дефектов на ранней стадии их развития, уступая ряду других методов в задачах обнаружения развитых дефектов в предаварийных ситуациях. Главные их преимущества определяются тем, что используемые этими методами свойства сигналов появляются только с момента зарождения дефектов и для их обнаружения нет необходимости предварительной адаптации, т.е. не требуется выполнять несколько периодически повторяющихся измерений диагностических сигналов. Эти свойства сигналов обнаруживаются по первому же измерению, причем не абсолютной, а относительной величины, что не требует особой точности при выполнении измерений. Точность измерения величины диагностического параметра определяется, в основном, параметрами технических средств для анализа сигналов, которые фиксируются виброакустическим датчиком Д-14 с одной его установки на корпусе коробки передач. Для реализации регистрации виброакустических сигналов, их анализа нами предлагается принципиальная электрическая схема, которая реализована в контрольно-диагностическом приборе (рис. 1) [1-9].

Основные методы виброакустической диагностики рассчитаны на обнаружение зарождающихся дефектов в элементах и узлах механизма. Обнаруживаемые дефекты по характеру влияния на вибрацию объекта диагностирования подразделяются на дефекты, появление которых изменяет характеристики колебательных сил, являющихся причиной возникновения вибрации; дефекты, которые не меняют характеристики колебательных сил, а изменяют механические свойства

узлов, в которых они действуют; дефекты, приводящие к изменению механических свойств узлов и конструкции, по которым распространяется вибрация.

Приведенный краткий анализ основных методов обработки сигналов позволяет производить оценку практически всех информационных технологий, используемых в современных системах диагностирования и функциональной диагностики напряженных узлов трансмиссии автомобилей (подшипников).

Элементы электрической схемы использованы в целом из отечественной полупроводниковой базы, блоки исследованы и скомпонованы по существующим методикам, рекомендованные для систем микроэлектроники.

Особо следует выделить еще одну перспективную технологию получения диагностической информации – технологию статистического распознавания состояний. Подобная технология из-за своей сложности сможет на первых этапах использоваться только в стационарных системах диагностирования, снижая вероятность принятия ошибочных решений о появлении дефектов, прежде всего при смене режима работы объектов диагностирования.

Это, прежде всего методы диагностирования подшипников качения по спектру огибающей вибрации, возбуждаемой силами трения в диагностируемом узле коробки передач.

В настоящее время в Пензенском ГАУ ведутся разработки системы автоматического диагностирования зубчатых передач, в частности, редукторов, по однократным измерениям вибрации. Имеются предпосылки для создания подобных систем диагностики рабочих колес насосов и турбин. Все они базируются на информационной технологии огибающей и дополняются информационной спектральной технологией.

Методы глубокого диагностирования по однократным измерениям вибрации пока не позволяют решить задачи диагностирования и долгосрочного прогнозирования всех видов узлов коробки передач. Исключение составляют самые аварийно-опасные узлы, прежде всего подшипники качения, для которых, как уже отмечалось, разработаны и эффективно используются системы оценки их состояния, построенные на методах глубокого диагностирования и прогнозирования по одноразовым измерениям вибрации. Эта система позволяет определить многие из обратимых изменений и снизить, тем самым, частоту ложных срабатываний в системе диагностирования.

Рисунок 1 – Принципиальная электрическая схема регистрации и анализа вибросигнала

Наиболее перспективным и приборно-реализуемым является активный мониторинг виброакустического поля сформированного узлами коробки передач в динамическом режиме функционирования, регистрируемый с корпуса аг-

регата. Нами предлагается структурная схема опытного образца контрольно-диагностического прибора с компьютерным программным обеспечением, в котором реализованы методы анализа вибраций.

Реализовывать численные методы обработки диагностического сигнала на основе цифровых измерительных средств (рис. 2). Испытания работоспособности прибора проводились в лабораторно-производственных условиях в хозяйствах Пензенской области.

ПД – пьезоэлектрический датчик, *ПУ* – программный усилитель, *ИУ1* – первый интегрирующий усилитель, *ИУ2* – второй интегрирующий усилитель, *СУ* – схема управления, *М* – аналоговый мультиплексор, *ФВЧ* – фильтр высоких частот, *В* – выпрямитель, *ФНЧ* – фильтр низких частот, *АЦП* – аналого-цифровой преобразователь, *И* – индикатор

Рисунок 2 – Структурная схема прибора

В качестве первичного преобразователя в приборе используется пьезоэлектрический датчик ускорения Д-14. Измерительный сигнал с датчика, предварительно усиленный, используется для измерения виброускорения. Для измерения виброскорости и виброперемещения измерительный сигнал интегрируется, соответственно, один и два раза. После выпрямления и усреднения измерительный сигнал поступает на вход АЦП. Таким образом, на цифровом индикаторе прибора отображается среднее значение измеряемой величины на выбранном пределе измерения.

Выбор коэффициента усиления программного усилителя определяет предел измерения. С помощью мультиплексора выбирается сигнал с выхода одного из усилителей и, тем самым, измеряемая величина. Пьезоэлектрический датчик крепится на объект измерения через винтовое разъемное соединение и подключается к прибору с помощью коаксиального кабеля. Органы управления прибором, расположенные на лицевой панели, представлены на рисунке.

Измеряемая величина и выбранный предел измерения, которым соответствуют показания прибора, отражаются на панели с помощью светодиодной индикации и цветовой схемы. Прибор предназначен для измерения параметров вибрации (ускорения, скорости и перемещения) механических конструкций в диапазоне частот от 16 Гц до 1 кГц.

Измеряемые величины и пределы измерения:

ПЕРЕМЕЩЕНИЕ	2000 мкм	200 мкм	20 мкм
СКОРОСТЬ	200 мм/с	20 мм/с	2 мм/с
УСКОРЕНИЕ	20 м/с ²	2 м/с ²	0,2 м/с ²

Средние значения измеряемых величин отображаются с помощью цифрового индикатора. Приведенная погрешность измерения не более 10 %. В правом нижнем углу расположена кнопка включения питания прибора. Слева расположен ряд кнопок выбора измеряемой величины, справа – предела измерения.

Вывод. Реализация данного метода и контрольно-диагностического прибора позволит получать качественную информацию параметров технического состояния узлов коробок передач грузового автомобиля.

Список литературы

1. Ананьин, А. Д. Диагностика и техническое обслуживание машины / А. Д. Ананьин, В. М. Михлин, И. И. Габитов и др. – М. : Академия, 2008. – 428 с.
2. Барков, А. В. Мониторинг и диагностика роторных машин по вибрации / А. В. Барков, Н. А. Баркова, А. Ю. Азовцев. – СПб : Изд. Центр СПбГМТУ. – 2000 – 160 с.
3. Биргер, И. А. Техническая диагностика / И. А. Биргер. – М. : Машиностроение, 1978. – 238 с.
4. ГОСТ Р 27.001 – 2009. Надежность в технике. Система управления надежностью. Основные положения. Дата введения 1 сентября 2010 года. [Электронный ресурс] – [http: // www.bri.ru/gost G27001 - 2009.htm](http://www.bri.ru/gost G27001 - 2009.htm). – Загл. с экрана.
5. Зябиров, И. М. Контроль параметров технического состояния вариаторов рабочих агрегатов зерноуборочных комбайнов – Пенза. РИО ПГАУ. Нива Поволжья. 2008. – № 1 – С. 21-25.
6. Зябиров, И. М. Устройство контроля технического состояния вариатора частоты вращения молотильного барабана зерноуборочного комбайна / А. И. Зябиров. Патент на изобретение. Заявка № 2017127335 / 13(047199) № 2656381 от 31.07.2017. Бюл. № 12.
7. Зябиров И. М., Зябиров А. И. Устройство контроля технического состояния вариатора частоты вращения молотильного барабана зерноуборочного комбайна. Заявка № 2017127335 / 13(047199). Дата подачи заявки 31.07.2017 № 2656381 от 31.07.2017 г. получено 5.05.2018. Бюл. № 9.
8. Зябиров, И. М. Анализ угловых ускорений механизма молотильного барабана / Зябиров А. И. Агропромышленный комплекс : состояние, проблемы, перспективы Материалы XIII Международной научно-практической конференции. – Пенза. РИО ПГАУ. 2017, С. 143-145.
9. Программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013 ... 2020 годы [Электронный ресурс] – URL : www.penza-apk.ru. – Загл. с экрана.