

В. В. Харламов, П. К. Шкодун, Д. А. Ахунов, А. С. Хлопцов // Известия Транссиба. – Омск, 2013. – № 1 (13). – С. 42–48.

4. Харламов, В. В. Определение диагностических параметров для оценки состояния профиля коллектора тягового электродвигателя / В. В. Харламов, Р. В. Сергеев, П. К. Шкодун, Д. А. Ахунов, А. В. Долгова // Омский научный вестник. Сер. «Приборы, машины и технологии». – Омск, 2011. – Вып. 1 (97). – С. 121–125.

5. Долгова А. В. Совершенствование метода оценки износа коллектора тягового электродвигателя / А. В. Долгова // Омский научный вестник. Сер. «Приборы, машины и технологии». – Омск, 2012. – Вып. 3 (113). – С. 227–231.

УДК 629.423.2

А. В. Зайцев (НПЦ «Динамика»)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ КОЛЕСНО-МОТОРНЫХ БЛОКОВ ЭЛЕКТРОПОЕЗДОВ

Наиболее значимым узлом электропоезда, от надежной работы которого зависит безопасность движения на железнодорожном транспорте, является колесно-моторный блок (КМБ). В состав КМБ входит буксовый узел, редуктор, упругая муфта и тяговый электродвигатель (рис. 1). Буксы предназначены для передачи нагрузок от вагона на оси колесных пар, а также воспринимают тяговые и тормозные усилия и передают их на раму тележки. Тяговая передача состоит из редуктора и упругой муфты. В режиме тяги редуктор передает вращающий момент от двигателя к колесной паре, в режиме электрического торможения – тормозной момент. Тяговый электродвигатель преобразует электрическую энергию в механическую силу тяги или торможения.

Целью данной работы является повышение достоверности диагностирования узлов колесно-моторных блоков.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Определить необходимые требования к системе диагностирования КМБ.
2. Провести исследование зависимости параметров вибрации от технического состояния диагностируемого узла и частоты вращения колесной пары.
3. Усовершенствовать технологию диагностирования КМБ электропоездов, на основе полученных экспериментальных данных.

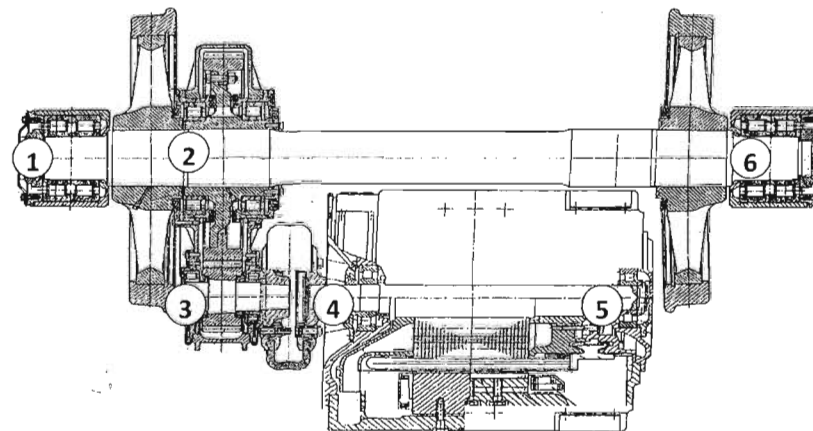


Рис. 1. Схема колесно-моторного блока, с указанием мест установки датчиков вибрации на диагностируемые узлы

- 1 – букса левая подшипник; 2 – редуктор подшипник ведомой шестерни;
- 3 – редуктор подшипник ведущей шестерни; 4 – тяговый электродвигатель подшипник передний; 5 – тяговый электродвигатель подшипник задний; 6 – букса правая подшипник

При проведении работ по определению технического состояния КМБ используют различные средства и методы оценки состояния. Ряд ремонтных депо не достаточно оснащен современными средствами диагностирования, зачастую для оценки состояния применяют органолептические методы, имеющие следующие недостатки:

- повышенная трудоемкость и материалоемкость работ, связанная с разборкой узлов;

- наличие «человеческого фактора», зависящего от квалификации, психологических и психофизиологических характеристик специалиста выполняющего работы.

Высокой технологичности определения технического состояния КМБ способствует применение безразборных методов диагностирования, в частности виброакустическое диагностирование [2].

В основе большинства систем вибродиагностики лежит принцип сравнения измеренного значения параметра вибрации X_{ij} (j -го диагностического признака) с критическим значением, по результатам которого судят о наличии дефекта i -го узла. Если $X_{ij} < X_{cr}$, то диагностируемый узел считают исправным, если $X_{ij} > X_{cr}$, то диагностируемый узел считают дефектным. Учитывая, что стоимость ошибки при диагностировании КМБ велика, т.е. пропуск дефекта недопустим, при этом, также, крайне нежелательна ложная отбраковка, вводят зону неопределенности (зону отказа от распознавания), в которой невозможно однозначно отнести диагностируемый объект к исправному или неисправному состоянию [3].

Для обеспечения максимально достоверного диагностирования средства технического диагностирования должны обеспечивать:

- постановку однозначного диагноза о состоянии диагностируемых узлов;
- исключение возможности оператору-диагносту самостоятельно принимать решение о техническом состоянии КМБ;
- автоматический разгон тягового электродвигателя с поддержанием заданной частоты вращения;
- автоматическое последовательно задаваемое регулируемое вращение колесной пары в прямом и обратном направлениях;
- одновременное измерение вибрации на всех диагностируемых узлах;
- возможность прослушивания сигнала вибрации с выбранного диагностируемого узла.

Более полно отвечающей предъявленным требованиям является система виброакустической диагностики «КОМПАКС®-ЭКСПРЕСС», предназначенная для оценки технического состояния КМБ моторвагонного подвижного состава в

процессе испытаний. Система измеряет параметры вибрации, формирует экспертные сообщения и отображает их на экране монитора, обеспечивает автоматический разгон тягового электродвигателя с поддержанием заданной частоты вращения колесной пары. Результаты испытаний формируются в виде актов технического состояния по каждому КМБ и вагону в целом.

Система имеет структуру, приведенную на рис. 2, и включает следующие элементы:

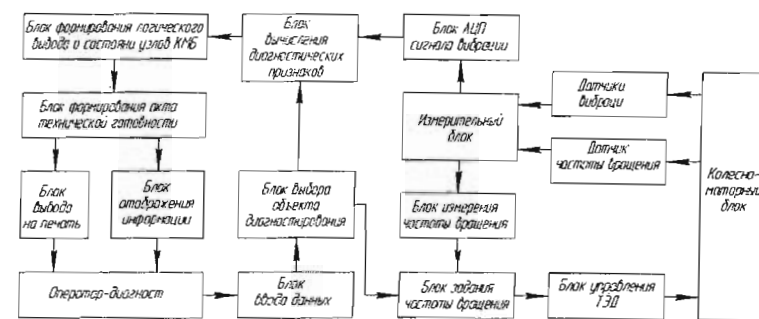


Рис.2. Структура системы КОМПАКС®-ЭКСПРЕСС

- блок обработки данных и представления информации, обеспечивающий цифровую обработку полученных сигналов и выдачу результатов измерений на дисплей с распечаткой результатов испытаний;
- блок управления тяговым электродвигателем, обеспечивающий автоматический разгон тягового электродвигателя до заданной частоты вращения;
- выносной измерительный блок, обеспечивающий параллельное измерение сигналов вибрации и частоты вращения колесной пары.

Процесс диагностирования включает подготовительные работы, основной этап диагностирования и заключительные работы.

Подготовительные работы включают вывешивание колесной пары на домкратах, подключение к силовой схеме тягового электродвигателя, установку датчиков на диагностируемые узлы.

Основной этап диагностирования включает следующие процедуры:

- ручной ввод данных по диагностируемому КМБ;
- ручной запуск процесса диагностирования;
- автоматический разгон тягового электродвигателя;
- автоматическое измерение параметров вибрации подшипниковых узлов КМБ и частоты вращения колесной пары;
- автоматическое сохранение значений диагностических признаков, при вращении колесной пары в установившемся режиме с заданной частотой;
- автоматическое сравнение результатов измерения диагностических признаков с критическими значениями;
- автоматическое формирование и печать акта технической готовности КМБ;
- автоматическая остановка тягового электродвигателя.

Заключительные работы включают снятие датчиков, отключение от силовой схемы, опускание колесной пары с домкратов.

Для достижения поставленной цели повышения достоверности диагностирования КМБ, проведен анализ геометрических параметров подшипникового узла, в результате которого установлена зависимость уровня вибрации от частоты вращения и размера дефекта [4]. Согласно данной зависимости величина амплитуды вибросигнала пропорциональна частоте вращения подшипника, а также линейному размеру дефекта.

$$A = c \frac{\omega \lambda}{2} (a Q_{cp} + bt), \quad (1)$$

где A – амплитуда вибрации, m/c^2 ;

Q_{cp} – средняя нагрузка на ролик за время взаимодействия деталей, Н;

t – приведенная масса, кг;

ω – угловая частота вращения, об/мин;

λ – линейный размер дефекта (трещина, скол и т.д.), м;

a, b, c – коэффициенты, характеризующие профиль, упругие свойства поверхности, скорость акустических колебаний в металле.

Другими словами, при наличии дефекта рост амплитуды вибросигнала с увеличением частоты вращения на дефектном подшипнике будет выше [4].

Данная зависимость может быть использована как диагностическая модель виброакустического сигнала подшипниковых узлов КМБ.

Исключение ошибки диагностирования связанной с наличием зоны неопределенности возможно при использовании верхнего и нижнего критических значений диагностических признаков.

Совершенствование технологии диагностирования узлов колесно-моторных блоков заключается в использовании установленной зависимости величины амплитуды вибросигнала от частоты вращения и размера дефекта для установки верхнего и нижнего критических значений диагностических признаков на базовой частоте вращения и установки однозначного критического значения диагностических признаков на повышенной частоте вращения.

Предложена методика реализована в виде алгоритма диагностирования узлов КМБ, приведенного на рис. 3. Использование данной методики полностью исключает влияние «человеческого фактора» на постановку диагноза за счет автоматического режима диагностирования.

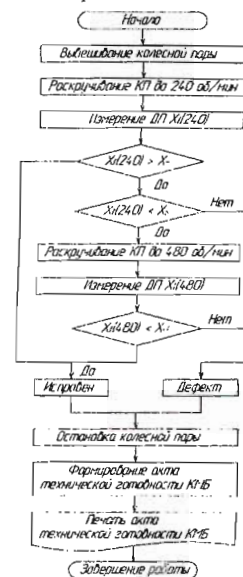


Рис. 3. Алгоритм диагностирования КМБ

Проведенные аналитические исследования и полученные результаты испытаний показывают, что совершенствование технологии диагностирования КМБ достигается проведением оценки технического состояния КМБ на различных скоростных режимах.

Выводы:

1. Определены необходимые требования к системе диагностирования КМБ, обеспечивающие максимальную достоверность диагностирования.

2. Приведена математическая модель устанавливающая связь между амплитудой вибросигнала с частотой вращения подшипника, а также линейным размером дефекта.

3. Усовершенствована технология диагностирования КМБ электропоездов, реализованная в виде алгоритма диагностирования на различных скоростных режимах.

Библиографический список

1. Сизов С.В., Аристов В.П. (ОАО РЖД), Костюков В.Н. (ОмГУПС), Костюков Ал.В. (НПЦ «Динамика»). Безопасная ресурсосберегающая эксплуатация МВПС на основе мониторинга в реальном времени. М: Наука и транспорт, 2008. С 8-13.

2. Основы виброакустической диагностики и мониторинга машин: учеб. Пособие / Костюков В.Н., Науменко А.П.. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2011. – 360 с.: ил.

3. Биргер И.А. Техническая диагностика. – М.: «Машиностроение». – 240 с., ил. – (Надежность и качество).

4. Костюков В.Н., Зайцев А.В., Басакин В.В. Исследование вибрации подшипниковых узлов подвижного состава при изменении частоты вращения. Эксплуатационная надежность локомотивного парка и повышение эффективности тяги поездов: Материалы всероссийской научно-технической конференции с международным участием / Омский гос. ун-т путей сообщения. Омск, 2012. С 92-97.

МОДЕЛЬ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПОЕЗДА

Как показали исследования, существующие методики диагностирования пневматической системы электропоезда обладают не высокой достоверностью полнотой и глубиной диагностирования [1-3].

Для выявления диагностических признаков, характеризующих различные виды неисправностей и степени их развития, необходимо собрать большое количество экспериментальных данных по каждому виду неисправностей. Прodelать на практике данную работу за разумный промежуток времени не представляется возможным. Отсюда вытекает задача моделирования газодинамических процессов в пневматической системе электросекции с различными видами неисправностей.

Данную задачу можно решать с помощью различных методов моделирования, каждый из которых обладает рядом достоинств и недостатков, наиболее доступными являются аналитическое и численное моделирование.

Аналитическое моделирование – метод позволяющий описывать объект исследования в виде формул, в данной задаче в виде системы дифференциальных уравнений. Данный метод не требователен к вычислительным ресурсам. Однако, ввиду большого числа элементов и нелинейности системы, разработка аналитической модели, т.е. формульного описания весьма затруднительна.

Численное моделирование – метод компьютерного моделирования, позволяющий описывать объект исследования в виде алгоритмов. Основное достоинство данного метода – отсутствие ограничений по видам моделируемых объектов или процессов, но для моделирования газодинамических процессов в пневматической системе электропоезда требуются существенные вычислительные ресурсы и детальное описание объектов [4].

Имитационное моделирование – метод, позволяющий строить модели, описывающие процессы так, как они проходили бы в действительности на основе



Министерство транспорта Российской Федерации
Федеральное агентство железнодорожного транспорта
ОАО «Российские железные дороги»
Омский государственный университет
путей сообщения

Технологическое обеспечение ремонта и повышение динамических качеств железнодорожного подвижного состава



Омск 2013



Министерство транспорта Российской Федерации
Федеральное агентство железнодорожного транспорта
ОАО «Российские железные дороги»
Омский государственный университет
путей сообщения

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕМОНТА
И ПОВЫШЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА**

Материалы второй всероссийской
научно-технической конференции
с международным участием
(7, 8 ноября 2013 г.)

Омск 2013

Технологическое обеспечение ремонта и повышение динамических качеств железнодорожного подвижного состава: Материалы второй всероссийской научно-технической конференции с международным участием / Омский гос. ун-т путей сообщения. Омск, 2013. 296 с.

В сборник вошли статьи с результатами исследований, выполненных по ряду научных направлений, посвященных повышению качества ремонта и эксплуатационной надежности железнодорожного подвижного состава; технологическому обеспечению технического обслуживания и ремонта локомотивов и вагонов; инновационным технологиям диагностирования подвижного состава; взаимодействию подвижного состава и пути; динамике подвижного состава и безопасности движения поездов; виброзащите железнодорожных экипажей.

Представленные в сборнике материалы могут быть использованы при модернизации существующих и создании новых типов и серий подвижного состава для железнодорожного транспорта, совершенствовании процессов его технического обслуживания и ремонта.

Сборник может быть полезен для научных сотрудников и специалистов, работающих в области железнодорожного подвижного состава.

Библиогр. 184 назв. Табл. 24. Рис. 106.

Редакционная коллегия:

доктор техн. наук, профессор И. И. Галиев (отв. редактор);
доктор техн. наук, доцент С. М. Овчаренко;
доктор техн. наук, профессор В. Т. Черемисин;
доктор техн. наук, профессор В. А. Четвергов;
доктор техн. наук, доцент С. Г. Шантаренко (зам. отв. редактора).

Рецензенты: доктор техн. наук, профессор В. А. Аксенов;
доктор техн. наук, профессор А. П. Моргунов.

© Омский гос. университет
путей сообщения, 2013

<i>Бакланов А. А., Бублик В. В., Швецов С. В. (ОмГУПС), Спиридонов С. В. (Зап.-Сиб. ж. д. – филиал ОАО «РЖД»). Надежность работы тяговых электрических машин локомотивов при эксплуатации на полигонах Урало-Сибирского региона</i>	7
<i>Денисов Д. С. (УрГУПС). Причины образования дефектов на бандажах колесных пар электровозов 2ЭС10.....</i>	14
<i>Галиев И. И., Самохвалов Е. А., Лукс Д. Ю. (ОмГУПС). Обеспечение эксплуатационной надежности и повышение безопасности движения грузовых вагонов.....</i>	19
<i>Козаков Д. Ю. (УрГУПС). Анализ отказов узлов электропоездов на основе закона Парето</i>	25
<i>Шантаренко С. Г., Капустьян М. Ф., Супчинский О.П. (ОмГУПС), Осяев А.Т. (ОАО «РЖД»). Формирование новой модели технической эксплуатации локомотивного парка на базе мониторинга технического состояния и технологического аудита на Восточном полигоне.....</i>	30
<i>Воробьев А. А., Терехов П. М. (ПГУПС). Рациональные режимы восстановления профиля бандажей повышенной твердости при ремонте колесных пар без выкатки из-под подвижного состава.....</i>	37
<i>Гриц Д. Б., Здор Г. П., Тарута Д. В. (ОмГУПС). Повышение эксплуатационной надежности высоконагруженных узлов вагонов и локомотивов.....</i>	43
<i>Шепелева И. О. (УрГУПС). Влияние рекуперативного торможения на износ бандажей колесных пар электровозов.....</i>	48
<i>Харламов В. В., Шкодун П. К., Сергеев Р. В., Долгова А. В. (ОмГУПС). Совершенствование технологии ремонта тяговых электродвигателей в условиях локомотивного депо.....</i>	53
<i>Зайцев А. В. (НПЦ «Динамика»). Совершенствование технологии диагностирования колесно-моторных блоков электропоездов.....</i>	60
<i>Костюков В. Н. (НПЦ «Динамика»), Щелканов А. В. (ОмГУПС). Модель пневматической системы электропоезда.....</i>	67
<i>Михеев В. А. (ОмГУПС). Описание функциональных взаимосвязей элементов и систем энергетической установки тепловоза.....</i>	75

Научное издание

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕМОНТА И
ПОВЫШЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Материалы второй всероссийской научно-технической конференции
с международным участием

Ответственный за выпуск Е. В. Пономарев

* * *

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 5.11.2013. Формат 60 × 84 ¹/₁₆.
Плоская печать. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 18,4. Уч.-изд. л. 20,5.
Тираж 300 экз. Заказ 643.

* *

Типография ОмГУПСа

*

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35