УДК 629.488

Ал. В. Костюков, Al. V. Kostyukov, e-mail: post@dynamics.ru
Д.В. Казарин, D. V. Kazarin, e-mail: post@dynamics.ru
А.А. Серов, A.A. Serov, e-mail: post@dynamics.ru
ООО «НПЦ «Динамика», г. Омск , Россия
Ltd. "SPC "Dynamics", Omsk, Russia

ТЕХНОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРОПОЕЗДОВ В ДЕПО

TECHNOLOGY OF A COMPLEX ASSESMENT OF ELECTRIC TRAINS CONDITION IN THE DEPOT

Решение задачи увеличения объемов перевозок на пригородных железнодорожных линиях и повышения их качества в условиях необходимости обеспечения безопасности движения и одновременном сокращении эксплуатационных затрат требуют применения автоматических систем диагностирования оборудования подвижного состава в комплексе. В работе рассматривается опыт создания и эксплуатации таких систем в ряде предприятий пригородного пассажирского комплекса ОАО «РЖД».

The solution of the problem of increase in transportation volumes on suburban railway lines and increases of their quality in the conditions of movement safety necessity and simultaneous reduction of operational expenses, demand the usage of automatic systems for a complex rolling stock equipment diagnosing . The article dwells upon the experience in creation and operation of such systems in a number of the enterprises of a suburban passenger complex at Russian Railways, JSC.

Ключевые слова: *комплексная диагностика, электропоезд, диагностический признак, технология диагностирования, депо, транспорт*

Keywords: *complex diagnostics, electric multiple units train (EMU-train), diagnostic sign, technology of diagnostics, depot, transport*

Действующая система обслуживания и ремонта, длительное время опиравшаяся на наличие достаточных ресурсов квалифицированной рабочей силы и значительный запас надежности техники, в конце XX века стала малоэффективной. Многочисленные ручные средства контроля и диагностики, имевшиеся к тому времени в технологическом арсенале депо, в силу низкой достоверности, получаемых с их помощью результатов, обусловленных реализацией малоэффективных способов поэлементного контроля, низкой автоматизацией процесса постановки диагноза, не обеспечивали возможности осуществления контроля состояния оборудования в необходимом объеме и качестве. В результате интенсивность отказов и неисправностей электропоездов резко возросла [1].

Кардинально изменить сложившуюся ситуацию удалось путем применения автоматических систем диагностирования различных групп оборудования подвижного состава в комплексе. Так для проведения всесторонней, комплексной оценки технического состояния основных подсистем электропоезда, функционирующих во взаимодействии, на этапах предремонтного и послеремонтного контроля в ряде передовых депо ОАО «РЖД» применяют систему комплексной диагностики секций электропоездов КОМПАКС®-ЭКСПРЕСС-ТР3 [2].

К числу подсистем электропоезда, подлежащих диагностированию, относятся цепи управления и электропневматического тормоза, силовые цепи, цепи отопления и вспомогательных машин, включая их электрическую изоляцию, пневматическая система, колесномоторные блоки и токоприемники. Как показывает статистика именно данные подсистемы и, входящее в них оборудование, наиболее сильно подвержены влиянию «человеческого фак-

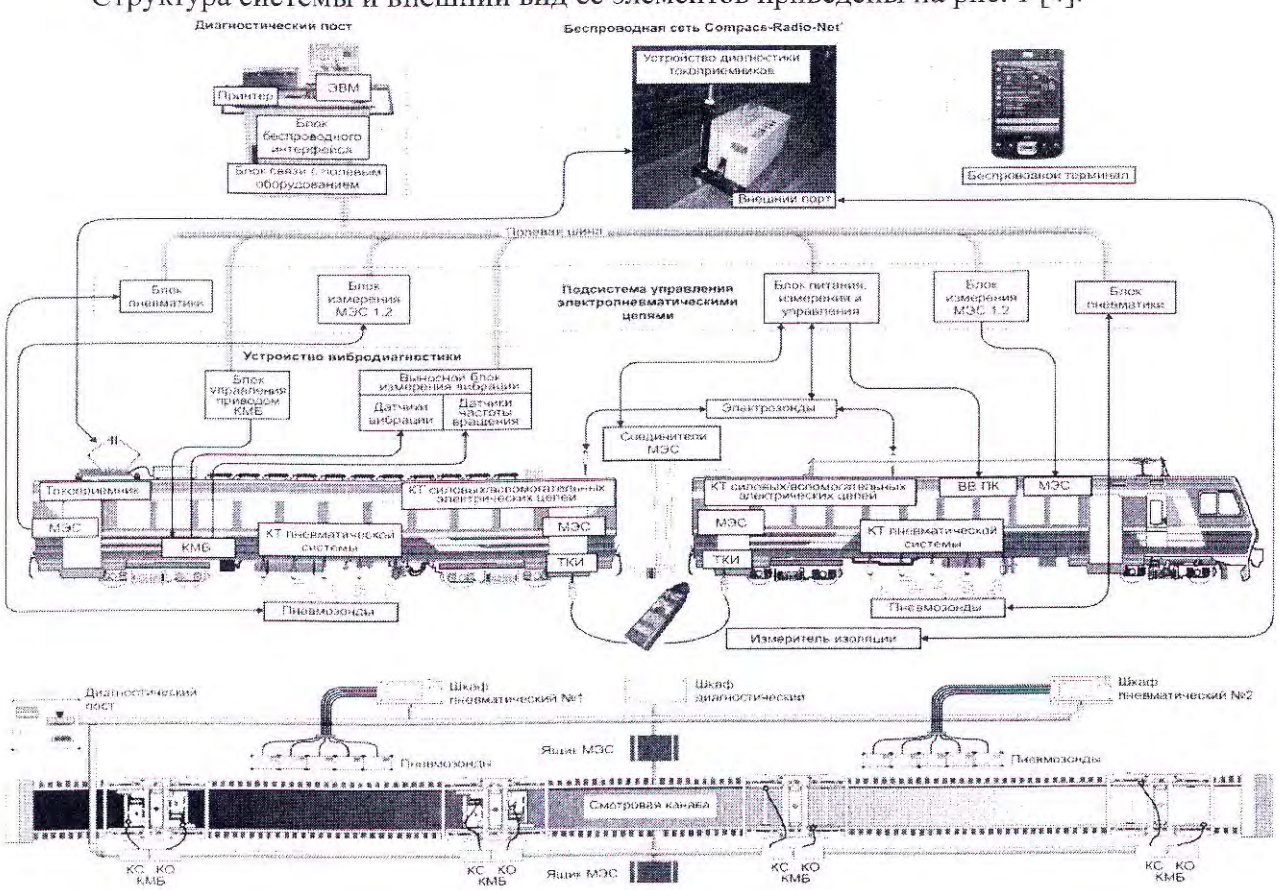
тора» при ремонте и влиянию внешних факторов в эксплуатации. На их долю приходится не менее 85 % всех повреждений и почти 80 % затрат на обслуживание и ремонт.

В системе реализуется эффективный принцип посекционного диагностирования с максимальным вовлечением в процесс испытаний штатного оборудования секции электропоезда. За счет этого обеспечивается автономность процесса от деповских устройств преобразования электроэнергии и снабжения пневматической сети секции воздухом, а также максимальное сохранение структурных и функциональных взаимосвязей. Как следствие достигается возможность автоматизации процесса управления объектом при испытаниях, что обуславливает достижение высокой достоверности, глубины и полноты выявления неисправностей при наименьшей продолжительности диагностирования [3].

В процессе испытаний, выполняемых в режиме автоматической имитации различных режимов работы оборудования секции электропоезда, система определяет количественные характеристики параметров и процессов, используемых в качестве информативных диагностических признаков: вибрация, спектры сигналов, напряжение, ток, сопротивление, давление, усилие, временные интервалы, количество импульсов и отображает их на экране монитора. Встроенная автоматическая экспертная система в соответствии с заложенными правилами, формирует на экране целеуказующие предписания персоналу по дальнейшим действиям в виде текстовых экспертных сообщений и обеспечивает качественное отображение диагностических признаков на основе светофорных пиктограмм, цвет которых соответствует уровню опасности состояния оборудования.

Элементы системы устанавливаются в депо стационарно и распределены по участку испытаний для максимальной близости с диагностируемой секцией.

Структура системы и внешний вид ее элементов приведены на рис. 1 [4].



а

Рис. 1. Структурная схема системы и внешний вид ее элементов

Для работы с системой с целью координации действий оператора и снижения вероятности его ошибочных действий, способных привести к ухудшению показателей эффективности диагностики, разработана трехэтапная технология, устанавливающая порядок действий оператора системы при работе [5].

Перечень операций, подлежащих выполнению, не зависит от серии электропоезда, что особенно актуально для депо, осуществляющих ремонт различных серий, и составлен так, чтобы за минимальное время и число проходов оператора по участку испытаний достичь главной цели этапа и обеспечить выявление наибольшего количества возможных дефектов.

Главный этап технологии включает процедуру взаимодействия оператора с системой, осуществляемого в интерактивном режиме, и процедуру испытаний, осуществляемую в автоматическом режиме. Запуск процедуры комплексных испытаний осуществляется нажатием всего одной кнопки «ПУСК» на экране системы. Результаты диагностирования в режиме реального времени отображаются на экране с окрашиванием элементов в цвета, соответствующие степени опасности состояния оборудования: *красный* – недопустимое состояние, т.е. оборудование по ряду параметров не удовлетворяет требованиям руководящих документов; *желтый* – состояние удовлетворительное, однако требуется принятие мер по доводке оборудования до требований руководящих документов; *зеленый* – состояние оборудования соответствует основным требованиям руководящих документов. В окне сообщений автоматически выводятся целеуказующие предписания об обнаруженных неисправностях и действиях, которые необходимо предпринять ремонтному персоналу для их оперативного устранения. Окончательная оценка технического состояния производится по завершению процесса испытаний, при этом автоматически формируется диагноз и заключение о годности секции электропоезда к эксплуатации. Все результаты диагностики сохраняются в базе данных и выводятся на принтер в виде акта технической готовности, в котором указываются обнаруженные дефекты с их количественной оценкой и заключением о возможности допуска секции электропоезда в эксплуатацию. После получения данного акта ремонтный персонал проводит работы по устранению выявленных дефектов и приведению оборудования в соответствие с основными требованиями. Общая продолжительность программы комплексной оценки технического состояния секции электропоезда с учетом подготовительно-заключительных операций не превышает 3 часов.

С 2005 года с помощью систем было диагностировано более 1000 секций электропоездов различных серий, выявлено свыше 4300 неисправностей. Достоверность диагноза, определенная по результатам многочисленных разборок и ревизий узлов, неисправность в которых была обнаружена, составила не менее 95 %, полнота обнаружения при этом превысила 86 %, что подтверждено результатами наладки и эксплуатации электропоездов на линии после ремонтов.

Представленная технология оценки технического состояния электропоездов на базе систем КОМПАКС®-ЭКСПРЕСС-ТРЗ не отменяя действующих в ОАО «РЖД» распоряжений и инструкций, устанавливающих планово-предупредительную систему ремонта, позволяет в условиях депо существенно ускорить и упростить наладку электропоездов при выпуске из ремонтов больших объемов путем своевременной, оперативной и качественной диагностики состояния основных подсистем секции электропоезда в комплексе [2, 5]. Данное решение также позволяет сократить непроизводительный простой секций в ожидании формирования поезда, начала его наладки и обкатки, практически полностью исключить браки и отказы в эксплуатации по вине ремонтного персонала, т.е. снизить повреждаемость оборудования не менее чем на 50 – 60 %, обеспечив высокий уровень безопасности и бесперебойности функционирования железнодорожного пригородного сообщения.

Библиографический список

1. Непрерывный мониторинг состояния моторвагонного подвижного состава / В. Н. Костюков, С.В. Сизов, В.П. Аристов, Ал.В. Костюков, Д.В. Казарин // Железнодорожный транспорт. – 2008. – № 6.– С. 41-42.

2. Костюков, В.Н. Комплексное диагностирование электропоездов в условиях депо / В.Н. Костюков, Ал.В. Костюков // Евразия Вести. – 2012. – Сентябрь. – С.30.

3. Костюков, В. Н. Диагностика оборудования электрических цепей электропоездов при отладке и приемосдаточных испытаниях / В. Н. Костюков Ал.В. Костюков, Д.В. Казарин // Контроль. Диагностика. – 2010. – № 1. – С.26-35.

4. Kazarin, D. Stationary complex diagnostic system for electric trains. 6 International Conference on Condition Monitoring and Machinery Failure Prevention Technologies / A. Kostyukov, A. Lagaev, D. Kazarin. – Ireland, Dublin, 2009. – P. 1105 – 1109.

5. Костюков, В.Н. Автоматизированная система управления безопасной ресурсосберегающей эксплуатацией и ремонтом оборудования подвижного состава пригородного пассажирского комплекса (АСУ БЭРТМ МВПС) / В.Н. Костюков, Ал.В. Костюков, А.В. Щелканов, Д.В. Казарин // Техника железных дорог. – 2013. – № 1. – С.62-66.

УДК 534.647:621.432 (001.8)

В.Н. Костюков, V.N. Kostyukov, e-mail: post@dynamucs.ru
А.П. Науменко, A.P. Naumenko, e-mail: post@dynamucs.ru
И.С. Кудрявцева, I.S. Kudryavtceva, e-mail: post@dynamucs.ru
ООО «НПЦ «Динамика», г. Омск, Россия
Ltd. "SPC "Dynamics", Omsk, Russia

ДИАГНОСТИКА ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ ПО ПАРАМЕТРАМ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ

DIAGNOSIS OF ROLLING BEARINGS ACCORDING TO THE PARAMETERS OF THE CHARACTERISTIC FUNCTIONS

В докладе рассмотрены вопросы применения параметров характеристической функции вибрации для оценки состояния подшипников качения. Приведено описание экспериментальной установки и методики получения экспериментальных данных. Рассматриваются результаты обработки экспериментальных данных, приводится описание способа диагностирования подшипников качения по параметрам характеристической функции.

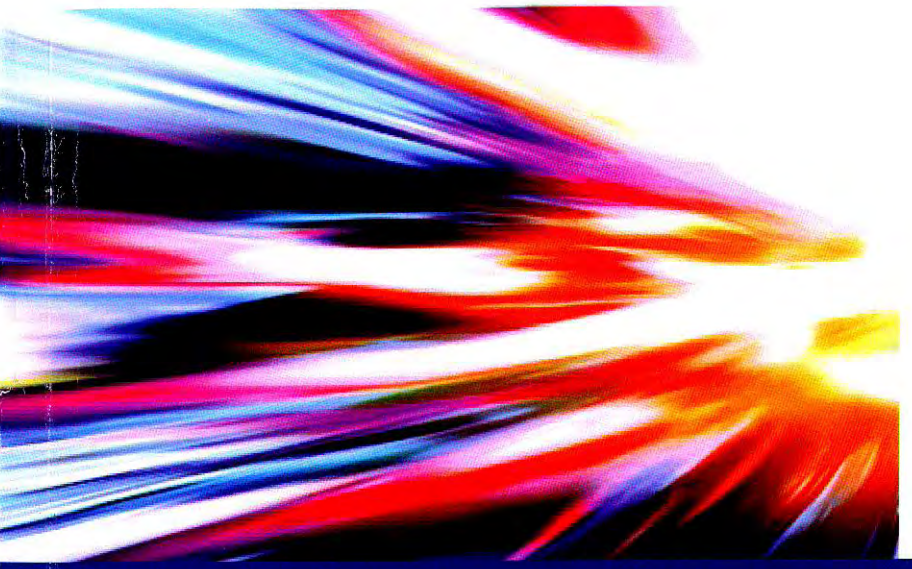
The report considers the issues of application of the characteristic function parameters of vibration to assess the condition of rolling bearings. The description of the experimental installation and method of obtaining experimental data. Discusses the results of processing experimental data, a description of the method of diagnostics of rolling element bearings on the parameters of the characteristic function.

Ключевые слова: *диагностика, техническое состояние, подшипника качения, характеристическая функция*

Keywords: *diagnostics, technical condition, rolling bearing, characteristic function*

Анализ аварий и машинного оборудования, в котором имеет место вращательное движение, показал, что значительная доля остановов происходит по причине разрушения под-

ISSN 2310-9793



Омский
государственный
технический
университет

ДИНАМИКА СИСТЕМ, МЕХАНИЗМОВ И МАШИН

№ 4, 2014

Радиотехнические системы, устройства и СВЧ-технологии, информационно-телекоммуникационные системы и безопасность

Вибродиагностика, мониторинг, риски

Техносферная безопасность

ISSN 2310-9793

ДИНАМИКА СИСТЕМ, МЕХАНИЗМОВ И МАШИН

DYNAMICS OF SYSTEM, MECHANISMS AND MASHINES (DYNAMICS)

Шесть номеров в год
с периодичностью один раз в два года

№ 4, 2014

Учредитель:

Омский государственный технический университет

Редакционная коллегия:

В. В. Шалай, доктор технических наук
Е. А. Андреева, доктор технических наук
П. Д. Балакин, доктор технических наук
С. В. Бирюков, доктор технических наук
А. В. Бубнов, доктор технических наук
Ю. А. Бурьян, доктор технических наук
В. Н. Горюнов, доктор технических наук
А. А. Колоколов, доктор физ.-мат. наук
А. В. Косых, доктор технических наук
В. И. Левченко, доктор технических наук
Ю. К. Машков, доктор технических наук
А. П. Моргунов, доктор технических наук
В. И. Потапов, доктор технических наук
В. Ф. Фефелов, кандидат химических наук

Главный редактор:

А. В. Косых,
первый проректор –
проректор по научной работе ОмГТУ

© ОмГТУ, 2014

Технические редакторы:

О. И. Бабенко
Р. Х. Багаутдинова
М. А. Галега
М. С. Романовская
М. А. Федорова
И. М. Чумаченко
И. В. Шукшина

Язык публикаций:
русский, английский

Дата и номер договора о включении рецензируемого научного издания в систему Российского индекса научного цитирования:
213-04/2014 от 14.04.2014

Адрес в РИНЦ:
http://elibrary.ru/title_about.asp?id=50500

Адрес редакции:
644050, г. Омск, пр. Мира, 11, каб. 203а
Контактный телефон:
8 (381-2) 65-35-36
e-mail: fap_omsk@omgtu.ru
Телефон для рекламодателей: 65-35-36

В журнал вошли материалы конференции «Динамика систем, механизмов и машин», которая проводится в ОмГТУ с 1995 г.

Дата создания журнала 2014 г.

Печатается в авторской редакции

Компьютерная верстка *О. Г. Белименко*

Подписано в печать 16.10.14. Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная.
Отпечатано на дупликаторе. Усл. печ. л. 18,00. Уч.-изд. л. 18,00.
Тираж 200 экз. Заказ 594.

Издательство ОмГТУ. 644050, г. Омск, пр. Мира, 11; т. 23-02-12.
Типография ОмГТУ