

Опыт использования установки для вибродиагностики подшипников буксовых узлов колесных пар вагонов УДП-2001 СМ и системы диагностики механизмов ОМСД-02

Experience of operation of the UDP-2001SM railway wheelset bearing vibration diagnostics installation and the OMSD-02 mechanism diagnostics system

Отока А.Г.^{1*}, Будник Д.В.², Лях А.М.³
Otoka A.G.^{1*}, Budnik D.V.², Liakh A.M.³

¹Гомельское вагонное депо РУП «Гомельское отделение Белорусской железной дороги», Гомель, Республика Беларусь, ²Жлобинское вагонное депо РУП «Гомельское отделение Белорусской железной дороги», Жлобин, Республика Беларусь, ³Могилевское вагонное депо РУП «Могилевское отделение Белорусской железной дороги», Могилев, Республика Беларусь

¹Gomel Car Shop, Gomel Division of the Belarusian Railway, Gomel, Republic of Belarus, ²Zhlobin Car Shop, Gomel Division of the Belarusian Railway, Zhlobin, Republic of Belarus, ³Mogilev Car Shop, Mogilev Division of the Belarusian Railway, Mogilev, Republic of Belarus

*otokaa@mail.ru



Отока А.Г.



Будник Д.В.



Лях А.М.

Резюме. Цель этой статьи состоит в сравнении установки для вибродиагностики подшипников колесных пар грузовых, рефрижераторных и пассажирских вагонов УДП-2001СМ с системой диагностики механизмов ОМСД-02, которая применяется на Белорусской железной дороге относительно недавно. **Методы.** В качестве анализа установки вибродиагностики УДП-2001СМ и системы диагностики механизмов ОМСД-02 рассматривались номенклатура выявляющих дефектов, способ установки пороговых значений (эталонных уровней) виброакустических импульсов и шумов для критерия «Брак» и «Годен», статистические данные забраковки буксовых узлов колесных пар грузовых и пассажирских вагонов по отношению к общему объему проведенных измерений, опыт эксплуатации различных депо Белорусской железной дороги. **Результаты.** Описана технология вибродиагностического контроля подшипников колесных пар грузовых и пассажирских вагонов на примере стационарного съема виброакустических сигналов с пластин звукопроводов, на которые устанавливается диагностируемая букса. Представлены структурные схемы установки УДП-2001 СМ и системы ОМСД-02, а также дефекты подшипников, подлежащие выявлению на данном диагностическом оборудовании. **Заключение.** Приведены достоинства и недостатки вышеописанных диагностических комплексов на основе опыта использования различных вагонных депо Белорусской железной дороги.

Abstract. The Aim of the paper is to compare the UDP-2001SM installation for vibration diagnostics of bearings of freight, refrigerator and passenger car wheels and the OMSD-02 mechanism diagnostics system that since recently has been used in the Belarusian Railway.

Methods. By way of analysis of the UDP-2001SM vibration diagnostics installation and the OMSD-02 mechanism diagnostics system, the authors considered the list of identifiable defects, method for defining threshold values (reference levels) of vibroacoustic pulses and noises for the criteria of “faulty” and “good”, statistical data for rejected axleboxes of freight and passenger car wheelsets in respect to the overall number of conducted measurements, the experience of operation in various car shops of the Belarusian Railway. **Results.** The paper describes the process of vibration diagnostics of wheelset bearings of freight and passenger cars using the case of stationary acquisition of vibroacoustic signals from acoustic plates that interact with the diagnosed axlebox. The authors present the diagrams of the UDP-2001SM installation and OMSD-02 system, as well as the defects of bearings that are to be identified using the above diagnostics equipment. **Conclusion.** The paper showed the advantages and disadvantages of the above diagnostics systems based on the experience of their application in a number of car shops of the Belarusian Railway.

Ключевые слова: вибродиагностика, установка УДП-2001СМ, система диагностики механизмов ОМСД-02, колесная пара, буксовый узел, подшипник, виброакустический сигнал, преобразователь пьезоэлектрический виброизмерительный ДН-3-М1, вибропреобразователь АР57 (АР1057).

Keywords: vibration diagnostics, UDP-2001SM installation, PMSD-02 mechanism diagnostics system, wheelset, axlebox, bearing, vibroacoustic signal, DN-3-M1 piezoelectric vibration measurement transformer, AR57 (AR1057) vibrator converter.

Для цитирования: Отока А.Г., Будник Д.В., Лях А.М. Опыт использования установки для вибродиагностики подшипников буксовых узлов колесных пар вагонов УДП-2001СМ и системы диагностики механизмов ОМСД-02 // Надежность. 2022. №4. С. 8-15. <https://doi.org/10.21683/1729-2646-2022-22-4-8-15>

For citation: Otoka A.G., Budnik D.V., Liakh A.M. Experience of operation of the UDP-2001SM installation for railway wheelset bearing vibration diagnostics and the OMSD-02 mechanism diagnostics system. Dependability 2022;4: 8-15. <https://doi.org/10.21683/1729-2646-2022-22-4-8-15>

Поступила 12.09.2022/ После доработки 20.10.2022 / К печати 15.12.2022

Received on: 12.09.2022 / Revised on: 20.10.2022 / For printing: 15.12.2022.

Введение

Безопасность движения поездов, перевозки грузов и пассажиров в значительной мере зависят от надежности приборов контроля качества и диагностики состояния объектов.

На сегодняшний день на Белорусской железной дороге для оценки технического состояния и определения неисправностей подшипников буксовых узлов колесных пар (далее – КП) вагонов используются установка УДП-2001СМ и система диагностики механизмов (далее – система) ОМСД-02.

Система ОМСД-02 появилась на дороге сравнительно недавно по отношению к установке УДП-2001СМ, которая уже более 15 лет функционирует на ремонтных предприятиях и занимает 80% всего диагностируемого оборудования.

Проведение вибродиагностики на установке УДП-2001СМ

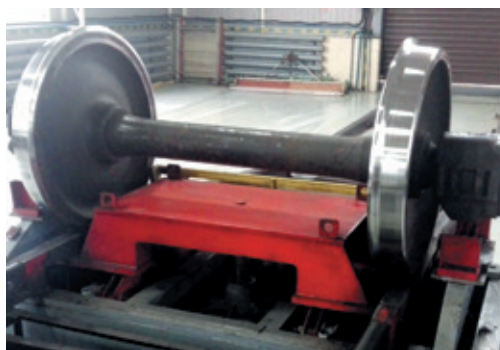
Установка УДП-2001СМ в различных исполнениях может быть использована при ремонте буксовых узлов КП грузовых, рефрижераторных и пассажирских вагонов в вагонных депо.

Установка выявляет дефекты и повреждения подшипников:

- усталостные и коррозионные раковины на дорожках качения наружных, внутренних колец и на поверхности роликов;
- разрывы внутреннего кольца;
- ступенчатые сколы и полный откол борта внутреннего кольца;
- сколы борта наружного кольца;
- сколы торцов роликов;
- задиры и ползуны на дорожках качения внутреннего кольца и на поверхности роликов;
- изломы плоского упорного кольца;
- задиры на торцах роликов и бортах колец и др. дефектов в соответствии с [1].

Установка УДП-2001СМ обеспечивает:

1. Оценку технического состояния и разбраковку буксовых узлов КП вагонов по альтернативному признаку «Брак» или «Годен»;
2. Количественную оценку амплитуды и энергии виброакустических шумов подшипника;
3. Подачу тревожного звукового и светового сигналов в случае выявления бракованного буксового узла;
4. Динамическую индикацию входных сигналов во время измерения;
5. Подробное графическое отображения входных сигналов во временной и спектральной области;
6. Запоминание до 10 000 записей с результатами диагностики. Каждая запись содержит: дату и время



а)



б)



в)

а – стенд для раскрутки колесной пары; б – пульт управления стендом с устройством вибродиагностики;
в – преобразователь pieзоэлектрический виброизмерительный ДН-3-М1

Рис. 1. Установка УДП-2001СМ

проведения диагностики, номер КП, код ее завода-изготовителя, результат диагностики; частоту вращения КП;

7. Ввод результатов диагностики в персональный компьютер с последующим сохранением в программном средстве «База данных УДП-2001»;

8. Измерение частоты вращения КП;

9. Блокировку неактивных фаз работы стенда;

10. Автоматизированную обкатку КП с регулируемым временем от 1 до 10 мин с последующей диагностикой.

В состав установки УДП-2001СМ (рис. 1) входит:

1. Раскручивающий стенд, позволяющий проводить установку и раскрутку КП с частотой не менее 300 об/мин;

2. Пульт управления, с помощью которого осуществляется управление раскручивающим стендом и измерение частоты вращения КП;

3. Устройство вибродиагностики подшипников колесных пар УДП-2001, обеспечивающее оценку технического состояния, разборку буксовых узлов КП вагонов по альтернативному принципу «Брак» или «Годен» и сохранение результатов диагностики;

4. Программное средство «База данных УДП-2001» используется для хранения и статистической обработки полученных результатов диагностирования и выдачи документа (протокол диагностики подшипников) для выбранной даты и времени.

В установке УДП-2001СМ применен стационарный съем виброакустических сигналов с пластин звукопроводов, на которые устанавливается диагностируемая букса. Крепление датчиков-акселерометров (преобразователь пьезоэлектрический виброизмерительный ДН-3-М1) к пластинам осуществляется с помощью стальной шпильки. Тем самым обеспечивается надежный, наиболее полный съем акустических сигналов.

Электрические колебания с датчиков-акселерометров поступают на коммутационную планку блока питания, встроенного в пульт управления. Здесь помимо коммутации соединений производится частичное снижение добротности системы датчик-кабель, для уменьшения собственных шумов установки.

С коммутационной панели виброакустический сигнал поступает на устройство вибродиагностики колесных пар УДП-2001, осуществляющего основной алгоритм диагностики буксовых узлов.

Структурная схема устройства УДП-2001 приведена на рис. 2.

Электрические сигналы с пьезоэлектрических датчиков испытательного стенда поступают на входы усилителей. С выходов усилителей сигналы попадают на пиковые детекторы. Протектированные сигналы подаются на аналого-цифровые преобразователи (далее – АЦП), преобразующие мгновенные значения аналоговых сигналов в цифровой код. Полученный цифровой код принимается микропроцессором, который осуществляет всю дальнейшую обработку сигналов. Входящий в состав устройства таймер-календарь хранит время и текущую дату. Автономный источник электропитания

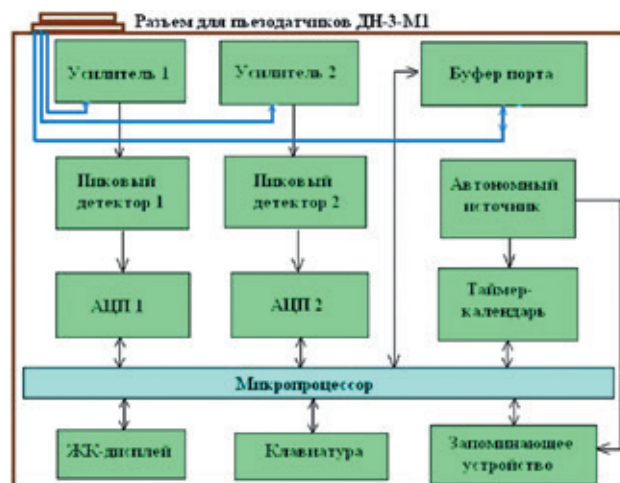


Рис. 2. Схема УДП-2001

питает таймер при отключении сетевого питания, что позволяет сохранить правильный ход часов и календаря. Запоминающее устройство служит для хранения результатов диагностирования КП.

Для определения качества буксовых узлов и идентификации дефектов в устройстве УДП-2001 применяются 3 метода диагностики:

1. Амплитудный – служит для определения развитых дефектов. Сущность заключается в подсчете количества импульсов за интервал измерения, амплитуды которых превысили пороговое напряжение после цифровой обработки, условно принятое равным $U_{пор} = 3 В$.

2. Энергетический – основан на вычислении общей энергии сигнала за интервал измерения и ее сравнения с заданным пороговым значением.

3. Временной – предназначен для идентификации поврежденных элементов подшипника (ролик, внутреннее кольцо, наружное кольцо). Сущность метода заключается в измерении временных интервалов между сгустками амплитуд виброускорений.

Измеренные периоды с определенным доверительным интервалом сравниваются с эталонными значениями, вычисляемыми по формулам:

$$T_{др} = \frac{D_p(D_в + D_p)}{D_в(D_в + 2D_p)} T_в \quad (1)$$

$$T_{дв} = \frac{2(D_в + D_p)}{N(D_в + 2D_p)} T_в \quad (2)$$

$$T_{дн} = \frac{2(D_в + D_p)}{ND_в} T_в \quad (3)$$

где $T_{др}$, $T_{дв}$, $T_{дн}$ – периоды дефектов: роликов, внутреннего и наружного кольца соответственно;

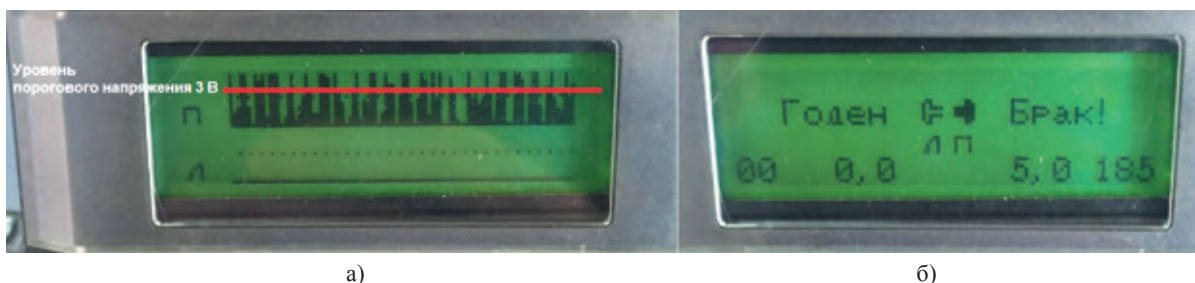
N – количество роликов в подшипнике;

$D_в$ – диаметр внутреннего кольца;

D_p – диаметр ролика;

$T_в$ – период вращения КП.

Определение дефекта возможно, если частота вращения КП соответствует 300–350 об/мин. Все



а – вид индикатора во время диагностирования; б – вид индикатора после диагностирования

Рис. 3. Результаты диагностирования буксовых узлов колесной пары

рассмотренные методы диагностики в устройстве работают одновременно. Решение «Брак» выносится по амплитудному и энергетическому методу в том случае, если букса признана негодной согласно хотя бы одному из этих методов. Временной метод прямым образом на результат не влияет, но, тем не менее, несет дополнительную информацию при диагностике буксовых узлов.

Устройство представляет амплитуды виброакустических сигналов по шестнадцатиуровневой шкале. Диапазон изменения сигнала на выходе пикового детектора от 0 до 5 В разбивается на шестнадцать уровней с шагом $5/15 = 0,33$ В. В качестве значения амплитуды принимается самый высокий уровень, который сигнал за время измерения превысил десять раз.

На примере рис. 3 значение амплитуды сигнала правого буксового узла, которое отображается на экране устройства вибродиагностики, составляет 5 В, что превышает уровень порогового напряжения 3В.

Проверка работоспособности установки осуществляется с помощью контрольного образца, который представляет собой специальным образом сформированную КП, содержащую ролик с искусственным дефектом в виде пропила на всю длину 52 мм глубиной и шириной $1,0 \pm 0,1$ мм в одном из смонтированном буксовом узле (букса № 1) и исправные роликовые подшипники в другом смонтированном буксовом узле (букса № 2).

При этом устройство вибродиагностики должно показывать уровни импульсов и энергию шумов в 10% допуске от значений установленных представителями

фирмы-изготовителя как правого, так и левого каналов (для правой и левой стороны). В случае неполучения желаемых результатов, настройка порога осуществляется при помощи переменных резисторов СП4-1, расположенных на встроенном в пульт управления блоке питания. Таким образом, уменьшая или увеличивая степень демпфирования виброакселерометров, подстраивается эталонный уровень (порог) виброакустических импульсов и шумов [2].

Проведение вибродиагностики системой диагностики механизмов ОМСД-02

Система ОМСД-02 на вагонных предприятиях представляет собой комплекс оборудования с программным обеспечением на базе раскручивающего стенда УДП-2001СМ. Система ОМСД-02 предназначена для измерения среднего квадратического значения (далее – СКЗ) виброускорения при диагностике механизмов подвижного состава железнодорожного транспорта [3].

Для обнаружения и идентификации дефектов подшипников буксовых узлов реализованы методы узкополосного спектрального анализа вибрации и огибающей ее высокочастотной составляющей. Методы анализа прямого спектра ориентированы в первую очередь на выявление повреждений поверхностей качения распределенного типа – коррозия, износ, шелушение, а также дефектов смазки и развитых дефектов сосредоточен-



а)



б)



в)

а – стенд для раскрутки колесной пары (база раскручивающего стенда УДП-2001); б – измерительный прибор системы; в – вибропреобразователь пьезоэлектрический AP57

Рис. 4. Система ОМСД-02

ного типа – раковин и трещин. При анализе спектра огибающей высокочастотной составляющей вибрации основное внимание уделено дефектам сосредоточенного типа на всех стадиях развития – от зарождающегося до предаварийного. К особенностям использования данных методов следует отнести необходимости обеспечения стабильности частоты вращения от измерения к измерению не хуже 10% отклонения от номинала. Дополнительно системой производится оценка состояния подшипников по параметрам СКЗ и эксцесса. Дополнительные параметры позволяют производить оценку технического состояния в случае невозможности обеспечения необходимой частоты вращения или в случае полного разрушения подшипника. Для этих случаев характерно отсутствие или несовпадение основных частот вращения подшипника с расчетными частотами [4].

ОМСД-02 (рис. 4) представляет собой информационно-измерительную систему с обменом информации по измерительным каналам.

Система ОМСД-02 для контроля буксовых узлов состоит из следующих частей:

- 2 вибропреобразователя AP57 (AP1057) ООО «Глобал Тест», г. Саров;
- 2 усилителя заряда ОСА-8 ООО «ДиаТех», г. Нижний Новгород;
- 2 кабеля антивибрационных АК10 (AK04) – 8 м;
- кабель ПО 084.20.01.000;
- измерительный прибор системы (далее – ИПС);
- программное обеспечение «Вариант 2» (OMSDCLIENT).

ИПС состоит из системного блока ПЭВМ, в который вставляется плата АЦП L-791 либо L-761 фирмы «L-Card», монитора SVGA, клавиатуры и манипулятора «мышь» [5].

Диагностирование подшипников буксовых узлов проводится на стендах: СВ-01П, СВБП-01 или УДП-2001.

При контроле буксовых узлов КП системой ОМСД-02 может применяться как стационарный, так и переносной (за счет магнита с вибропреобразователем и др. способами) съем виброакустических сигналов. На Белорусской железной дороге применяется стационарный (аналогичный установке УДП-2001СМ) съем виброакустических сигналов с пластин звукопроводов, на которые устанавливается диагностируемая букса.

Диагностирование позволяет выявить следующие дефекты:

- повышенное биение КП (дисбаланс КП);
- повреждения сепаратора;
- дефекты тел качения;
- износ тел качения;
- дефекты наружного кольца;
- повреждения поверхностей катания (коррозия, шелушение поверхностей катания);
- дефекты внутреннего кольца;
- износ внутреннего кольца;
- недостаток смазки или плохое ее качество [6].

Сигнал, выдаваемый вибропреобразователем пьезоэлектрическим AP57 (AP1057), по кабелю антивибрационному АК10 (AK-04) подается на вход усилителя ОСА-8, где он усиливается и нормируется в величинах напряжения, пропорциональных амплитуде виброускорения. Усилитель заряда ОСА-8 сконструирован с учетом совместного применения с вибропреобразователем, работающим в качестве источника заряда.

С усилителя заряда по кабелю ПО 084.20.01.000 напряжение подается на вход АЦП типа L-791, производства фирмы «L-Card» (входящему в состав ИПС), где преобразуется в цифровой код и передается на компьютер. В компьютере, под управлением программного обеспечения «Вариант 2», значение цифрового кода преобразуется в СКЗ виброускорения и отображается на экране монитора. Опрос каналов (при наличии в составе системы более одного канала) осуществляется последовательно.

Управление системой осуществляется ИПС, имеющим в своем составе ПЭВМ с тактовой частотой процессора не менее 1500 МГц, с установленным программным обеспечением, работающим в среде Windows XP/Vista, СУБД MS SQL Server 2008, оперативную память объемом не менее 256 Мб, накопитель на жестких магнитных дисках объемом не менее 40 Гб, привод для работы с накопителями на гибких магнитных дисках, устройство для чтения компакт дисков CD-ROM.

Структурная схема системы ОМСД-02 приведена на рис. 5.



Рис. 5. Схема ОМСД-02

Программное обеспечение системы «Вариант 2» выполняет следующие функции:

- вывод на монитор ИПС измеренного значения СКЗ виброускорения;
- ввод действительных значений коэффициента преобразования вибропреобразователя и усилителя заряда [3].

Пакет программ «OMSDCLIENT» предназначен для регистрации, обработки, хранения и анализа вибрационных сигналов системы диагностики механизмов ОМСД-02 с целью выявления дефектов и неисправностей деталей и узлов подвижного состава во время

текущих ремонтов на предприятиях железнодорожного транспорта.

В состав программного обеспечения «OMSDCLIENT» включены следующие модули:

- OMSDClient.exe (с файлом OMSDClient.ini) – программа для регистрации, обработки, анализа и хранения вибросигналов, формирования отчетов о техническом состоянии объектов диагностики;
- Sync2008.exe – программа синхронизации данных локального рабочего места и сервера диагностического центра;
- EDDCreg2009.exe – программа настройки подключений к базам данных;
- DBUpdateInstaller.exe – программа для установки обновлений программного обеспечения «OMSDCLIENT»;
- Coefficient.exe (с файлом CulcK_pr.xls) – программа для расчета коэффициента преобразования измеряемых АЦП значений в единицы виброускорения;
- SBD2OMSD.exe – программа для обмена данными с СБД-1. (Программа поставляется только совместно с СБД-1) [7].

Установка пороговых значений уровней вибрации рассчитывается исходя из партии годных деталей за определенный интервал времени. К примеру, берется партия в количестве не менее 40 КП одного типа и

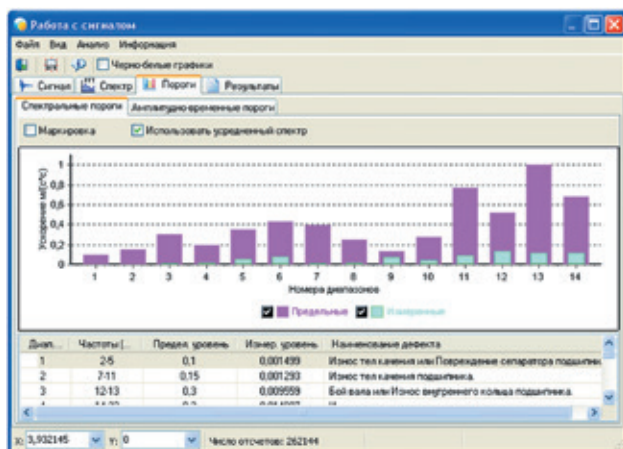


Рис. 6. Значения пороговых и измеренных амплитуд виброускорения

устанавливаются пороговые (предельные) значения амплитуд спектральных составляющих.

КП считается забракованной, если из 3-х измерений два из них покажут на какой-либо дефект [6].

Диагноз по спектру формируется по результатам сравнения амплитуд усредненного спектра с пороговыми значениями. Диагноз по спектру огибающей сигнала формируется по результатам сравнения амплитуд гармонических рядов усредненного спектра огибающей с пороговыми значениями.

На диаграмме порогов по умолчанию всегда отображаются амплитуды виброускорения, рассчитанные по усредненному спектру (рис. 6).

В таблице под диаграммой порогов указана информация о диапазонах и соответствующих им дефектах [8].

По окончании записи автоматически появится окно «Работа с сигналом». Автоматически рассчитанное значение СКЗ вибросигнала будет выведено непосредственно над сигналом (выделено на рис. 7 ниже).

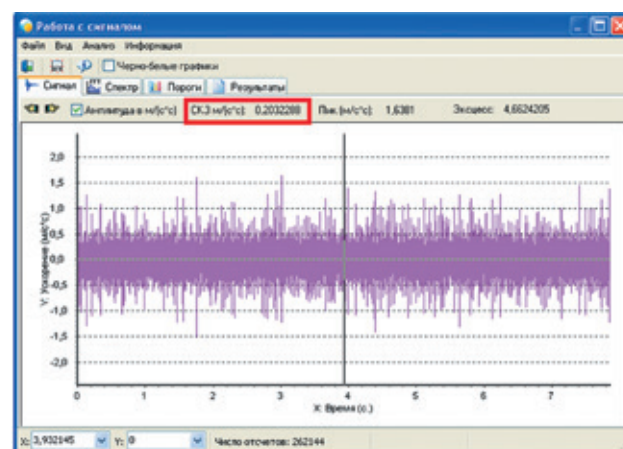


Рис. 7. Значения пороговых и измеренных амплитуд виброускорения

Для проверки работоспособности системы диагностики механизмов ОМСД-02 применяется калибратор АТ01 ООО «Глобал Тест», имеющий среднее квадратичное значение виброускорения $10 \text{ м/с}^2 \pm 2\%$ на частоте 160 Гц. Работоспособность канала АЦП можно проверить при помощи встроенного осциллографа.

Табл. 1. Вибродиагностика подшипников буксовых узлов КП в Гомельском и Жлобинском вагонных депо Белорусской железной дороги

Наименование депо	Оборудование	2022 год						Средний процент забраковки всего объема КП за 6 мес
		Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	
ВЧД-7 Гомель	УДП-2001	Количество измерений (объем КП, прошедших вибродиагностику)						1,9 %
		308	589	498	449	414	258	
		Количество забракованных колесных пар всего объема измерений						
		2	19	15	9	10	0	
ВЧД-8 Жлобин	ОМСД-02	Количество измерений (объем КП, прошедших вибродиагностику)						2,1%
		1164	1000	1701	1242	1447	922	
		Количество забракованных колесных пар всего объема измерений						
		36	28	48	29	8	11	

Статистика

Рассмотрим в сравнении процент забраковки КП в зависимости от объема ремонта различных ремонтных предприятий (табл. 1).

В соответствии с табл. 1 средний процент забраковки КП за 6 месяцев установкой вибродиагностики УДП-2001СМ составил не более 1,9%. При этом системой ОМСД-02 средний процент забраковки КП за 6 месяцев составил не более 2,1%.

Анализируя табличные данные по забраковке КП, можно говорить, что процент браковки КП на установке УДП-2001СМ не намного, но меньше, чем на системе ОМСД-02. Однако не стоит забывать, что в процент забраковки может входить процент перебраковки КП. При этом на практике подмечено, что увеличение процента перебраковки свойственно установке УДП-2001СМ (особенно в зимний период при соблюдении всех условий контроля в соответствии [2], [9], [10]).

Заключение

Из опыта эксплуатации установки УДП-2001СМ из основных недостатков можно выделить зависимость уровня порога от выявления искусственного дефекта ролика в виде пропила, размеры которого можно считать заведомо большими и ставить под сомнение выявление других дефектов, меньших по раскрытию. Фактически установление порога для КП различных типов должно происходить по контрольному образцу в виде сформированной КП определенного типа, содержащей ролик с дефектом в подшипнике. При переходе с одного типа КП к другому должен устанавливаться порог по контрольному образцу аналогичной КП. Тем самым вибродиагностический контроль становится трудоемким, а наличие различных контрольных образцов по типам ремонтируемых КП не всегда представляется возможным по ряду независимых от этого причин (площадь участка или финансовые затраты и др.).

Сравнивая систему ОМСД-02 с установкой УДП-2001СМ, можно с уверенностью сказать, что программное обеспечение системы ОМСД-02 имеет значительное преимущество в части выявления дефектов на ранней стадии развития. Благодаря статистической обработке результатов измерения вибрации подшипников буксовых узлов, что полностью соответствует руководству [9] и техническим требованиям [10], пороговые значения определяются с большой точностью. При этом в отличие от установки УДП-2001СМ, где устройство может распознать тип дефекта в виде обозначения части подшипника («о» – дефект наружного кольца, «к» – дефект внутреннего кольца, «р» – дефект ролика), система ОМСД-02 более расширенно говорит о характере дефектов деталей подшипника, которые разделены на группы с учетом особенностей их влияния на вибрацию (коррозия, шелушение, износ, перекос и т.д.).

При этом системой можно также обнаружить дисбаланс (биение) КП.

В системе ОМСД-02 порог устанавливается на месте или дистанционно заводом-изготовителем посредством связи с заказчиком при помощи программного обеспечения после прохождения режима наработки КП определенного типа.

В отличие от установки УДП-2001СМ, где сигналы буксовых узлов можно наблюдать в течение 10 секунд на экране пульта в процессе диагностирования, система ОМСД-02 позволяет более детально посмотреть записанный сигнал во времени, провести анализ его спектра, спектра огибающей сигнала, просмотреть пороговые и измеренные значения амплитуд вибрации, СКЗ, эксцесса, результатов диагностики.

Таким образом, из опыта эксплуатации можно говорить, что система ОМСД-02 хорошо зарекомендовала себя на Белорусской железной дороге и превосходит в качественном показателе работу на установке УДП-2001СМ.

Библиографический список

1. Классификатор дефектов и повреждений подшипников качения «ЦВТ-22». Утвержден ОАО «РЖД» 07.12.2007 г.
2. Руководство по эксплуатации ПЭБ.401722.020РЭ. Установка для вибродиагностики подшипников колесных пар грузовых, рефрижераторных и пассажирских вагонов УДП-2001СМ. Воронеж, 2017. 22 с.
3. Руководство по эксплуатации ПО 086.00.00.000 РЭ. Система диагностики механизмов ОМСД-02. Нижний Новгород, 2007. 20 с.
4. Звягин А.Д., Ваганов А.О., Григорьев А.Н. Вибродиагностика колесных пар вагонов с кассетными подшипниками // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. 2008. № 25. С. 41-53.
5. ПО 086.00.00.000 ФО Формуляр. Система диагностики механизмов ОМСД-02. Нижний Новгород, 2017. 19 с.
6. Методика проверки подшипников и буксовых узлов колесных пар грузовых вагонов системой диагностики механизмов ОМСД-02. Нижний Новгород, 2017. 15 с.
7. ПО 086.00.00.000РП Руководство пользователя Вариант-2 (OMSDCLIENT). Нижний Новгород, 2012. 63 с.
8. Методическое пособие по изучению программного обеспечения измерительной системы «Система диагностики механизмов ОМСД-02». Нижний Новгород, 2016. 57 с.
9. Руководство по вибродиагностике подшипников буксовых узлов вагонных колесных пар (РД 32 ЦВ 109-2011). Утверждено распоряжением ОАО «РЖД» от 04.03.2011 г. №457р. 24 с.
10. Технические требования к комплексам вибродиагностики подшипников буксовых узлов колесных пар грузовых вагонов (№ 741-2011 ПКБ ЦВ). Утверждены распоряжением ОАО «РЖД» от 04.03.2011 г. №457р. 15 с.

References

1. TsVT-22. Rolling bearing defect and damage classifier; 2007. (in Russ.)
2. User manual for PEB.401722.020RE. UDP-2001SM Installation for vibration diagnostics of bearings of freight, refrigerator and passenger car wheels. Voronezh; 2017. (in Russ.)
3. User manual for PO 086.00.00.000 RE. OMSD-02 mechanism diagnostics system. Nizhny Novgorod; 2007. (in Russ.)
4. Zviagin A.D., Vaganov A.O., Grigoriev A.N. [Vibration diagnostics of car wheelsets with case bearings]. *[Dependability and Life in Engineering. Bulletin of the VSAWT]* 2008:41-53. (in Russ.)
5. PO 086.00.00.000 FO Form. OMSD-02 mechanism diagnostics system. Nizhny Novgorod; 2017. (in Russ.)
6. Method for condition monitoring of bearings and axleboxes of freight cars using the OMSD-02 mechanism diagnostics system. Nizhny Novgorod, 2017. (in Russ.)
7. PO 086.00.00.000RP. User Manual. Version-2 (OMSCLIENT). Nizhny Novgorod; 2012. (in Russ.)
8. Guidance manual for learning to use the OMSD-02 mechanism diagnostics system software. Nizhny Novgorod; 2016. (in Russ.)
9. RD32 TsV 109-2011. Manual for vibration diagnostics of axlebox bearings of car wheelsets; 2011. (in Russ.)
10. Technical requirements for vibration diagnostics systems axlebox bearings of freight car wheelsets no. 741-2011 PKB TsV; 2010. (in Russ.)

Сведения об авторах

Отока Александр Генрикович – инженер-технолог (руководитель подразделения неразрушающего контроля) Гомельского вагонного депо РУП «Гомельское отделение Белорусской железной дороги», Гомель, Республика Беларусь, e-mail: otokaa@mail.ru

Будник Денис Вячеславович – начальник лаборатории неразрушающего контроля Жлобинского вагонного депо РУП «Гомельское отделение Белорусской железной дороги», Жлобин, Республика Беларусь, e-mail: bydial@ya.ru

Лях Алексей Михайлович – инженер лаборатории деталей и узлов Могилевского вагонного депо РУП «Могилевское отделение Белорусской железной дороги», Могилев, Республика Беларусь, e-mail: pharmacist009@mail.ru

About the authors

Alexander G. Otoka, Engineering Technologist, Head of Unit for Non-Destructive Diagnostics. Gomel Car Shop, Gomel Division of the Belarusian Railway, Gomel, Republic of Belarus, e-mail: otokaa@mail.ru

Denis V. Budnik, Head of Laboratory for Non-Destructive Diagnostics. Zhlobin Car Shop, Gomel Division of the Belarusian Railway, Zhlobin, Republic of Belarus, e-mail: bydial@ya.ru.

Alexey M. Liakh, Engineer, Laboratory for Parts and Assemblies, Mogilev Car Shop, Mogilev Division of the Belarusian Railway, Mogilev, Republic of Belarus, e-mail: pharmacist009@mail.ru.

Вклад авторов

Отока А.Г. – обзор литературы, описал достоинства и недостатки установки УДП-2001СМ, привел статистические данные о забраковке колесных пар установкой УДП-2001СМ за 6 месяцев 2022 года.

Будник Д.В. – описание достоинства системы диагностики механизмов ОМСД-02 в сравнении с установкой УДП-2001СМ, привел статистические данные о забраковке колесных пар системой ОМСД-02 за 6 месяцев 2022 года.

Лях А.М. – описание технологии проведения вибродиагностического контроля подшипников буксовых узлов колесных пар на установке УДП-2001СМ и системой ОМСД-02. Привел характерные дефекты, подлежащие выявлению при помощи данного диагностического оборудования.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.