

**ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ВИБРОДИАГНОСТИКЕ  
ПОДВИЖНОГО СОСТАВА**

*Тэттер Владимир Юрьевич, к.т.н., доцент, ОмГУПС, Россия, 644046, Россия, г. Омск, пр. Маркса, 35. Телефон/факс: (3812) 31-42-19, e-mail: [tetterv@mail.ru](mailto:tetterv@mail.ru)*

**Аннотация.** В статье рассматриваются формы и методы подготовки и повышения квалификации специалистов в области неразрушающего контроля ответственных узлов подвижного состава. Приводятся сведения об организации учебного процесса с привлечением специалистов – разработчиков диагностического оборудования. Даны краткие сведения о вибродиагностическом оборудовании лаборатории ОмГУПСа. Приведены иллюстрации.

**Ключевые слова:** подготовка специалистов, вибродиагностика, подвижной состав, дефекты, подшипники, локомотивы, вагоны, метрология.

## TRAINING OF SPECIALISTS IN VIBRATION DIAGNOSTICS OF A ROLLING STOCK

*Tetter Vladimir Yuryevich, Ph.D, associate Professor, OSTU, Russia, 644046, Russia, Omsk, prospect Marksa, 35. Phone/Fax: (3812) 31-42-19, e-mail: tetterv@mail.ru*

**Abstract.** The article discusses the forms and methods of training and advanced training of specialists in nondestructive testing of critical components of the rolling stock. Provides information about the organization of educational process with the involvement of experts – developers of diagnostic equipment. This brief information about vibrodiagnostic laboratory equipment Omgups. The illustration.

**Key words:** training, vibration analysis, rolling stock, defects, bearings, locomotives, carriages, metrology.

Одной из основных задач ВУЗовского железнодорожного образования является подготовка специалистов, которые востребованы в сфере эксплуатации, ремонта и производства подвижного состава. Востребованность молодого инженера – выпускника железнодорожного ВУЗа зависит от многих факторов. Кроме хорошей теоретической подготовки выпускник должен ориентироваться в современном технологическом оборудовании, автоматизированных методах компьютерной обработки информации. Работодатели приветствуют и ценят наличие практических навыков работы. Важной и актуальной задачей является выбор оптимальных форм подготовки специалистов.

В настоящих условиях на нужды железнодорожной отрасли в сфере ремонта и эксплуатации подвижного состава быстрее всего реагируют частные предприятия и фирмы. Жесткая конкуренция заставляет их проводить собственные исследования, разрабатывать новые технологии и современное компьютерное и микропроцессорное оборудование. Опытные образцы в короткие сроки доводятся до готовности к серийному производству.

К наиболее ответственным узлам подвижного состава относятся роторные механические узлы – колесно-моторные и колесно-редукторные блоки локомотивов, тяговые электродвигатели и вспомогательные электрические машины, буксовые узлы и редукторы от средней части оси колесных пар вагонов.

Для определения текущего технического состояния таких узлов и прогнозирования времени их безаварийной работы используется вибродиагностический метод неразрушающего контроля. На российских железных дорогах использование вибрационного метода неразрушающего контроля в технологии ремонта подвижного состава закреплено в отраслевых нормативных документах [1; 3; 4; 5]. Вибродиагностическое оборудование (ВДО) (Рис.1.) является сложным наукоемким продуктом и непосредственно связано с обеспечением безопасности эксплуатации подвижного состава.



Рис.1. Примеры вибродиагностического оборудования российского производства

Программное обеспечение экспертных систем позволяет обнаруживать до 15 видов дефектов подшипников (Рис.2).

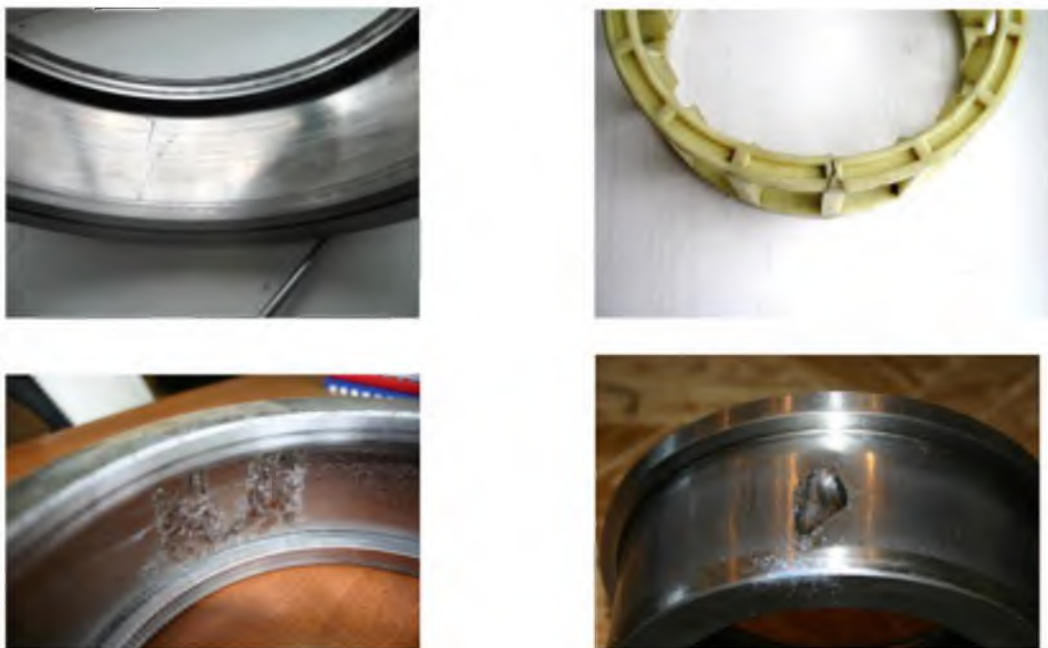


Рис.2. Примеры обнаруживаемых дефектов в подшипниках

Стоимость только аппаратной части современных диагностических комплексов может достигать 30 тыс. долларов. В связи с этим важную роль в обеспечении эффективности использования такого оборудования играет уровень подготовки специалистов, эксплуатирующих ВДО. Указанные специалисты должны знать и нормативные документы (НД), и физические основы происходящих при прокрутке роторных узлов процессов, и основные методы идентификации дефектов и многое другое.

В вышеупомянутых НД установлена периодичность переподготовки специалистов. Так в локомотивном хозяйстве периодичность переподготовки составляет не менее одного раза в три года, в вагонном хозяйстве – не реже одного раза в два года.

В НД локомотивного хозяйства сказано, что «обучение, повышение квалификации и переподготовка персонала, задействованного в проведении вибрационного диагностирования, должно осуществляться по типовым учебным программам в специализированных учебных заведениях». Такие документы разрабатываются и корректируются при активном участии организаций – разработчиков ВДО [6].

Вводная подготовка специалистов силами предприятий-разработчиков часто оказывается недостаточной. Чаще всего она заключается в консультациях во время пусконаладочных работ, не систематизирована и не регламентирована.

Важным аспектом модернизации образовательного процесса будущих инженеров - железнодорожников может стать организация взаимовыгодного сотрудничества ВУЗов с научно-производственных предприятиями и центрами.

В ОмГУПСе имеется положительный опыт подготовки специалистов по вибродиагностированию подвижного состава с привлечением специалистов – разработчиков вибродиагностического оборудования.

Разработчиками нового поколения вибродиагностических комплексов серии «Эксперт» созданы специальные программы подготовки, как для специалистов локомотивного, так и вагонного хозяйства. Объем программ варьируется от 80 до 40 часов, половина из которых приходится на теоретические занятия, а половина на получение практических навыков работы с реальным оборудованием. Для практических занятий используется компьютерный класс, действующее диагностическое оборудование в лабораториях и ремонтных депо (Рис.3.).

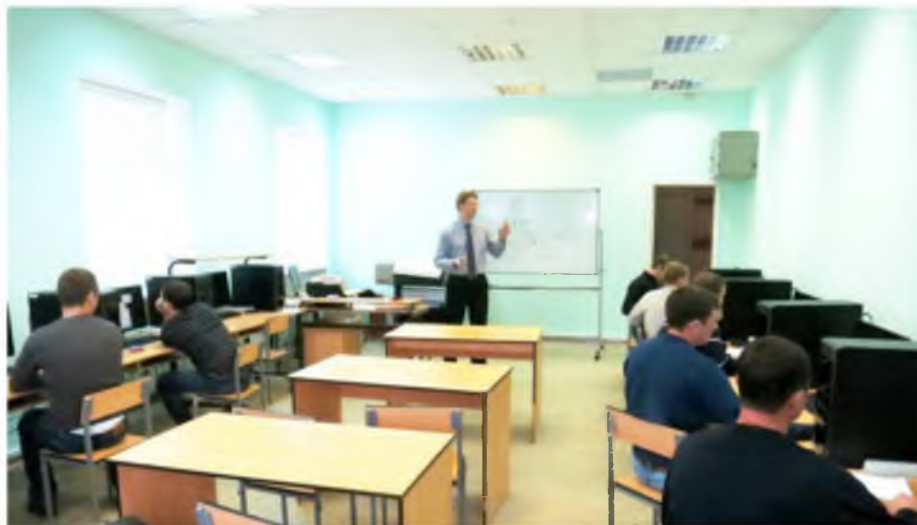


Рис.3. Занятия со слушателями в компьютерном классе

Получен положительный опыт подготовки специалистов по вибродиагностике на базе структурных подразделений вагоноремонтных компаний. И теоретические занятия, и практическая подготовка в этих случаях ведутся непосредственно в цехах на действующем оборудовании и классах технической подготовки (Рис.4;5).



Рис.4. Теоретические занятия в классе технической подготовки



Рис.5. Практические занятия на позиции выходного контроля колесных пар

Раздел виброакустической диагностики включен в программу курсов повышения квалификации ОмГУПС для специалистов по неразрушающему контролю вагоноремонтных предприятий. Объем занятий в этом случае значительно меньше - 12 – 16 часов. За это время слушателям дается информация о нормативно-технической документации в области вибродиагностики подвижного состава. Это государственные и отраслевые стандарты, руководящие документы, правила ремонта, технологические инструкции и карты.

Слушатели знакомятся с материалами по истории развития виброакустических методов контроля, как за рубежом, так и в России, в частности на предприятиях железнодорожного транспорта.

Дается обзор существующих методов диагностирования роторных механических узлов, обосновывается необходимость использования виброакустики, как наиболее технологичного и информативного метода диагностирования подшипников и зубчатых передач подвижного состава (Рис.6.).



Рис.6. Теоретические занятия на курсах повышения квалификации в ОмГУПСе

Разбирается типовая функциональная схема вибродиагностического комплекса и особенности конкретных типов оборудования, которые эксплуатируются в настоящее время в железнодорожных ремонтных предприятиях. В базовый курс входят сведения о методах обработки сигналов вибрации, о диагностических признаках дефектов во временной и частотной области, основы спектрального анализа.

Не обходится вниманием и раздел метрологического обеспечения ВДО, так как передовые средства в этой области являются средствами измерения утвержденного типа и требуют периодической метрологической аттестации – поверки или калибровки (Рис.7; 8.).



Рис.7. Калибровка ВДО в цеховых условиях



Рис. 8. Поверка ВДО в специализированной лаборатории

Теоретические сведения подкрепляются демонстрацией действующих вибродиагностических установок, которые расположены в лаборатории средств диагностирования (Рис.9.), а таких установок имеется три различных типа (разных производителей, различной конструкции и с различными алгоритмами работы).



Рис.9. Практические занятия в лаборатории средств диагностирования ОмГУПС

Первая установка демонстрирует возможности системы «Компакс-Экспресс» на примере диагностирования подшипников и зубчатых передач колесно-моторного блока (КМБ) тепловоза (Рис.10.).



Рис.10. Система вибродиагностирования «Компакс-Экспресс»

Вторая установка – стенд входного и выходного контроля буксовых узлов колесных пар «Прогноз-1» имеет оригинальную конструкцию с возможностью создания дополнительной нагрузки на буксовые подшипники (Рис.11.).



Рис.11. Стенд входного и выходного контроля буксовых узлов колесных пар «Прогноз-1»

На базе этого вибродиагностического стенда создана лабораторная работа [2], которая выполняется студентами кафедры «Локомотивы». Работа помогает понять алгоритм работы и устройство типового вибродиагностического комплекса, работу диагностической программы, освоить методику расчета и поиска диагностических признаков дефектов, а также получить практические навыки диагностирования буксовых узлов колесной пары. Таким образом, действующее диагностическое оборудование включено в учебный процесс.

Третья установка – «Эксперт Д» (Рис.12.) является самой новой разработкой, в которой используются алгоритмы глубокого диагностирования, с возможностью



идентификации до пятнадцати видов дефектов подшипников и определения степени их развития. Это оборудование нашло широкое применение в вагоноремонтных предприятиях отрасли, поэтому знакомство с ним особенно актуально для специалистов по неразрушающему контролю, которые повышают свою квалификацию.



Рис.12. Вибродиагностический комплекс «Эксперт Д»

Контроль полученных знаний осуществляется с помощью:

- специально разработанных тестов и индивидуальных заданий, которые охватывают содержание всего теоретического раздела;
- проверки усвоения практических навыков работы на конкретном вибродиагностическом оборудовании.

Специалистам локомотивного хозяйства, кроме теоретических основ, предоставляется возможность подробно ознакомиться с передовой разработкой в области ВДО – диагностической системой «Эксперт М» (Рис.13; 14), которая имеет малый вес (1,6кг) и габариты, четыре параллельных канала измерения вибрации, частотный диапазон до 256 кГц и программное обеспечение для глубокого диагностирования подшипниковых и редукторных узлов. Система позволяет на основе спектрального анализа вибраций определять текущее техническое состояние роторных узлов КМБ и делать прогноз времени их безаварийной работы.

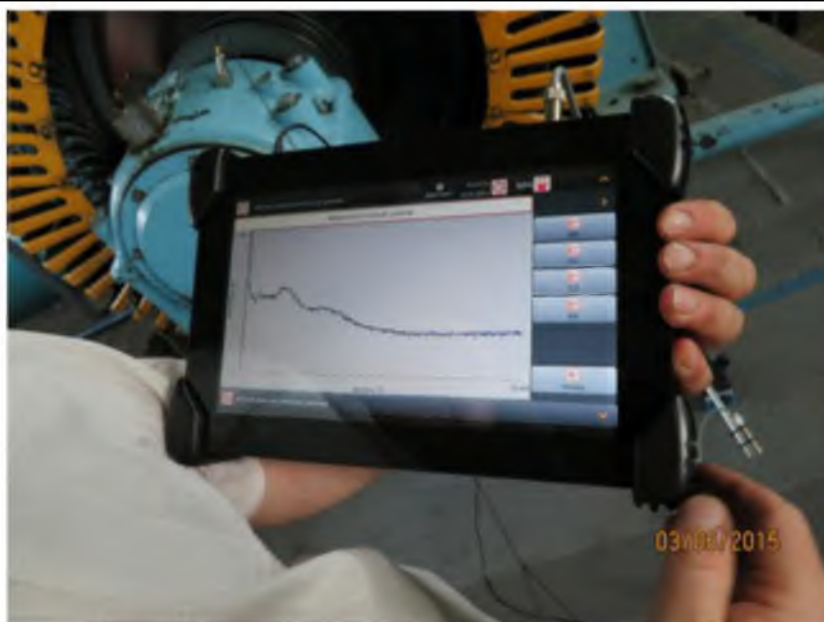


Рис. 13. Диагностическая система «Эксперт М»



Рис.14. Диагностирование КМБ локомотива системой «Эксперт М»

По согласованию с предприятиями - заказчиками возможна организация выездных курсов повышения квалификации. В этом случае преподаватели, как правило, два человека выезжают к месту работы специалистов. При этом предприятие - заказчик обеспечивает условия для проведения теоретических и практических занятий. Выездные занятия в ряде случаев позволяют оптимизировать затраты на подготовку специалистов.

**Выводы:** Выбор формы подготовки специалистов производится применительно к конкретной ситуации и к конкретному заказчику. Все упомянутые варианты подготовки дают хороший эффект, так как слушатели знакомятся с последними разработками и достижениями в изучаемой области, получают сведения о перспективах развития вибродиагностического оборудования подвижного состава непосредственно от разработчиков, приобретают необходимые для работы навыки и компетенции.

**Список литературы**

1. Комплект документов на технологический процесс входного и выходного контроля буксовых узлов при ремонте и освидетельствовании колесных пар грузовых вагонов ТК 372.
2. Овчаренко С.М., Тэттэр В.Ю. Диагностирование роликовых подшипников букс комплексом «Прогноз-1М»: Методические указания к лабораторной работе/ С.М. Овчаренко, В.Ю. Тэттэр - Омский гос. ун-т путей сообщения. Омск, 2010. 26 с.
3. Руководство по вибродиагностике подшипников буксовых узлов вагонных колесных пар РД 32 ЦВ 109–2011.
4. Руководящий документ. Вибрационное диагностирование узлов локомотивов ПКБ ЦТ.06.0050, Москва, 2012.
5. Технические требования к комплексам вибродиагностики подшипников буксовых узлов колесных пар грузовых вагонов № 741-2011 ПКБ ЦВ.
6. Тэттэр В.Ю., Буяльский К.Л., Кашка В.С. Проблемы вибродиагностики на ремонтных предприятиях, Вагоны и вагонное хозяйство, 2015, №2.