

ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИБРОДИАГНОСТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Публикуем вторую из серии статей, посвященных проблемам внедрения вибродиагностических методов на железнодорожном транспорте (см. «Локомотив» № 4, 2006 г.). По мнению авторов этой статьи, встречающееся негативное отношение к диагностированию тягового подвижного состава с использованием методов вибродиагностики не вполне оправдано. Причина создавшейся ситуации заключается в том, что организационно-техническая структура применения вибродиагностических комплексов только начинает формироваться.



В статье приводится положительный опыт внедрения вибродиагностического комплекса «СМ-3001» — «АРМИД» для диагностирования колесно-редукторных (КРБ) и колесно-моторных (КМБ) блоков электропоездов при проведении технических обслуживаний (ТО) и текущих ремонтов (ТР). Формулируются требования к вибродиагностической аппаратуре, предлагаются мероприятия, которые обеспечивают эффективное использование вибродиагностики в практике ремонта и обслуживания тягового подвижного состава (ТПС).

Вибродиагностические комплексы для выявления опасных дефектов и неисправностей тягового подвижного состава начали внедряться на железнодорожном транспорте с начала 90-х годов. Перед вибродиагностикой были поставлены следующие основные задачи:

- ➔ обнаружение дефектов с большей достоверностью, чем это делал ремонтный персонал, основываясь на давно сложившихся технологиях и подходах (т.е. объективная оценка состояния ТПС, исключая субъективные факторы);
- ➔ выявление зарождающихся дефектов и прогнозирование их развития;
- ➔ оптимизация ремонтного цикла с точки зрения обеспечения жизненного цикла ТПС.

Успешное решение этих задач должно было обеспечить повышение безопасности эксплуатации тягового подвижного состава, снижение эксплуатационных расходов на его содержание путем перехода на ремонт по техническому состоянию. По объективным причинам того времени на железнодорожном транспорте не было своих специалистов по вибродиагностике, поэтому были привлечены диагностические фирмы, имеющие опыт работы в области диагностирования судового, авиационного, энергетического, нефтегазового и другого промышленного оборудования.

В качестве первоочередной была поставлена задача диагностирования подшипниковых узлов колесно-моторных блоков (КМБ) грузовых локомотивов. Для ее решения специалисты диагностических фирм разработали библиотеки характерных дефектов различных типов применяемых на тяговом подвижном составе подшипников. Заявленная номенклатура включала более десяти выявляемых дефектов на каждый тип подшипника.

Используя свой опыт и основываясь на существующих общефизических подходах к рассмотрению динамики подшипниковых узлов, специалисты предложили ряд универсальных алгоритмов диагностирования, реализованных в виде диагностических программ. Кроме того, были разработаны определенные технологии проведения виброизмерений, которые в том числе содержали общие рекомендации по установке вибродатчиков.

Эффективность использования созданных на этой базе вибродиагностических комплексов проверяли, как правило, в процессе единичных сравнительных, совместных испытаний по выявлению неисправностей на образцах ТПС с заранее известными или специально заложенными дефектами. Результаты таких испытаний в большинстве случаев были противоречивы и неоднозначны. Тем не менее, широкое внедрение вибродиагностических комплексов началось.

Анализ результатов этого внедрения показал весьма сомнительные итоги, а именно — диагностические комплексы выявляли дефекты, но значительно хуже, чем это делал персонал депо, основываясь на рекомендациях существующей системы обслуживания и ремонта. На первых порах при выявлении любого дефекта с помощью вибродиагностического комплекса осуществляли выкатку КМБ. Но при разборке, если дефект и обнаружился, часто выяснялось, что он допустим в эксплуатации.

Таким образом, процент перебраковки оказался большим. Поэтому выкатки КМБ по результатам диагностирования стали де-

лать все реже и реже, а к рекомендациям автоматизированного диагностирования — относиться с большим недоверием. Заявленные при внедрении вибродиагностических комплексов возможности выявления зарождающихся дефектов и прогнозирования остаточного ресурса подшипников так же не нашли практического подтверждения.

Количество выявляемых дефектов начального уровня многократно превышало число предельно допустимого. Ремонтный персонал, не находя в большинстве случаев подтверждения сильных дефектов, перестал обращать внимание и на зарождающиеся. К началу 2000 г. в локомотивных и моторвагонных депо было внедрено более 200 единиц различных вибродиагностических комплексов. Но первоначальные цели, поставленные перед вибродиагностикой, так и не были достигнуты.

Интерес к вибродиагностике со стороны ремонтников стал постепенно угасать. Однако поставки комплексов в рамках инвестиционных программ дооснащения и ресурсосбережения продолжались, хотя и в меньших объемах. Недовереие ремонтного персонала депо к вибродиагностике привело к тому, что в большинстве случаев они внедрялись формально и никакого влияния на качество ремонта не оказывали. Свою роль в этом также сыграло то, что место вибродиагностики в системе ремонта никак не отражалось в действующих ремонтных нормативах.

Однако опыт работы с различными вибродиагностическими комплексами не пропал даром. В тех депо, где с перспективной технологией в ремонтном производстве подошли творчески и отказались от использования предложенных универсальных алгоритмов диагностирования в пользу самостоятельно разработанных специализированных методик, созданных под конкретные типы ТПС, удалось добиться положительного результата.

Предпосылкой создания приведенных методик стали хорошо известные вибродиагностам факты зависимости вибрационных признаков проявления дефектов подшипников и зубчатых передач от конструкции конкретного узла, в котором они установлены, расположения преобразователей (датчиков), воспринимающих вибрацию, а также от методики обработки вибрационных сигналов для получения диагностических признаков дефектов.

Конструкция определяет как соотносящиеся нагрузки, так и передаточную функцию распространения вибрационного сигнала от источника к приемнику (датчику). Количество и места установки датчиков должны быть оптимизированы с учетом следующих факторов: получения максимума информации, минимизации времени измерения и проведения диагностирования.

Основываясь на этих предпосылках, работники лаборатории вибродиагностики депо Горький-Московский Горьковской дороги совместно с научными сотрудниками ВНИИЖТа и специалистами нижегородской инженерной фирмы «ИНКОТЕС» с 2000 г. выполнили большой объем работ, чтобы создать оптимальную, с точки зрения применения в ремонтном цикле, технологию вибрационного диагностирования КРБ электропоездов и КМБ электропоездов ЧС4.

В результате были разработаны специализированные методики вибрационного диагностирования всех типов колесно-редукторных блоков, которые применяются на тяговом подвижном со-

стае железных дорог. В качестве объектов диагностирования были исследованы КРБ: с челюстной буксой и серповидной подвеской редуктора (тип 1); с челюстной буксой и стержневой подвеской редуктора (тип 2); с поворотной буксой и стержневой подвеской редуктора (тип 3).

Перечень диагностируемых узлов был составлен в соответствии с требованиями правил ремонта. Он включал буксовый узел, подвеску редуктора, узел вала малой шестерни, опорный подшипник редуктора, зубчатое зацепление. По мере получения информации и накопления опыта диагностирования этот перечень был дополнен узлами моторно-якорных подшипников тяговых электродвигателей (ТЭД).

Важным фактором разработки специализированных методик явился большой объем статистических данных, полученных и обработанных в процессе исследования. На основании этих данных осуществлялась оптимизация вибродиагностических признаков и программы автоматизированного диагностирования перечисленных дефектов для заявленных типов электропоездов. Данные о количестве обследованных электропоездов на Горьковской дороге с 2000 по 2005 гг., распределенных по типам, приведены в таблице.

На базе созданных методик и диагностических программ была разработана и после проведения приемосдаточных испытаний утверждена технологическая инструкция. Она предусматривает использование вибродиагностического комплекса в составе портативного сборщика-анализатора сигналов СМ-3001 и программно-обеспечения «АРМИД» при проведении ТО и ТР электропоездов. На 1 января 2006 г. в моторвагонных депо ОАО «РЖД» внедрено и успешно применяется более 40 приведенных вибродиагностических комплексов.

Каковы же основные результаты? Благодаря использованию комплексов «СМ-3001» — «АРМИД» резко сократилось количество необоснованных выкаток КРБ (см. «Локомотив» № 4, 2006 г.), повысилось доверие ремонтного персонала к вибродиагностике. Удалось наладить объективный контроль технического состояния КРБ (КМБ) электропоездов. Хорошие результаты продемонстрированы комплексом и в части прогнозирования развития дефектов. Решение этой задачи основано на анализе трендов изменения диагностических признаков от инспекции к инспекции, построение которых поддерживается программным обеспечением комплекса.

В частности, было установлено, что одна из основных причин выхода из строя подшипниковых узлов и зубчатого зацепления КМБ локомотивов и КРБ электропоездов — недостаток или отсутствие смазки. Для электропоездов к этим причинам добавляются неисправности подвески редуктора и неправильная центровка резинокордной муфты, которые приводят к повышенным вибрациям КРБ и преждевременному выходу его из строя. С учетом этих факторов была определена процедура профилактических мероприятий, проводимых по результатам диагностики. Это позволило существенно улучшить техническое состояние КМБ и КРБ, продлить их ресурс.

Кроме наличия специализированных методик диагностирования, позволяющих определить для конкретного типа узла конкретный перечень дефектов, важнейшим фактором, определяющим эффективность диагностических комплексов «СМ-3001» — «АРМИД», является их производительность. Другие достоинства комплексов — хорошие эксплуатационные характеристики, сервисная послепродажная поддержка, которую оказывает фирма-поставщик.

Приобретенный опыт позволил сформулировать основные технические требования к вибродиагностическим комплексам, позволяющие эффективно их использовать в общем перечне мероприятий, которые направлены на обеспечение жизненного цикла электропоездов и электровозов. Эти требования следующие.

1. Время проведения измерений и получение результатов не должно увеличивать время простоя ЭПС на обслуживании или в ремонте (для комплекса «СМ-3001» — «АРМИД» время диагностирования десятивагонного электропоезда не превышает 100 мин с учетом времени на вывеску колесной пары, установку датчиков, раскрутку, остановку, опускание, переход к следующему КМБ).

2. Диагностированию подлежат все основные узлы КРБ (КМБ), определенные правилами ремонта, а именно — зубчатое зацепление, опорный подшипник (опорный стакан), узел вала малой шестерни, буксовый узел, резинокордная муфта (РКМ), подвеска редуктора, моторно-якорные подшипники ТЭД.

Данные о количестве обследованных с 2000 по 2005 годы электропоездов на Горьковской дороге

Тип электропоезда	Тип КРБ	Количество на дороге	Число обследований
ЭР9, ЭР9П	1	880	41706
ЭР9Е	2	492	23317
ЭР9Т, ЭД9Т, ЭД9М	3	380	18009

3. Выявляемые неисправности должны иметь как минимум трехуровневую градацию, чтобы оптимизировать количество выкаток:

начальный уровень развития, при выявлении которого неисправность устраняется или добавлением смазки, или мероприятиями согласно правилам ремонта без выкатки. Проведение повторного контрольного диагностирования не обязательно;

ремонтный уровень развития, при котором после устранения неисправности, согласно предыдущему пункту, в обязательном порядке выполняют повторное диагностирование. Если уровень не изменился, то комиссионно решается вопрос о выкатке или КРБ (КМБ) выпускается до ближайшего ТО-3, когда выполняют контрольное диагностирование;

предварительный уровень, при котором после устранения неисправности в обязательном порядке проводят повторное контрольное диагностирование в присутствии приемщика МВПС. В случае если при повторном диагностировании выявляется предаварийный уровень, то КРБ или ТЭД обязательно подлежит выкатке.

4. В состав комплекса должно входить переносное (мобильное) виброизмерительное устройство с автономным питанием для оперативного осуществления виброизмерений и их сохранения.

5. Виброизмерительное устройство из состава комплекса должно быть пригодно для эксплуатации в условиях цехов ТО-3, ТР-1 электропоездов и отвечать следующим требованиям:

- иметь прочный противоударный корпус;
- масса виброизмерительного устройства не должна превышать 2 кг;
- рабочий диапазон температур должен быть не хуже минус 5 — плюс 50 °С.

6. Программное обеспечение комплекса должно представлять возможность:

- автоматизированно обрабатывать полученные при измерении данные и получать диагнозы по методикам, которые специализированы по видам оборудования, исключая необходимость привлечения высококвалифицированного персонала;
- создавать и редактировать базы данных диагностируемых объектов;
- хранить в базах данных результаты измерений и диагностирования за период не менее двух лет;
- формировать диагностические заключения по каждому из диагностируемых узлов с указанием степени развития дефекта и рекомендациями по ремонту;
- формировать сводные таблицы результатов диагностирования в краткой цифровой форме для всех продаваемых объектов из базы данных или по выборке, определяемой пользователем;
- экспортировать выходные диагностические формы (заключения, сводные таблицы и др.) в формате, доступном стандартным приложениям Windows.

Эти требования с соответствующей адаптацией можно распространить и на вибродиагностические комплексы, применяемые на тепловозах и электровозах.

Таким образом, как показали результаты внедрения и применения вибродиагностических комплексов «СМ-3001» — «АРМИД», эффективность диагностирования подвижного состава с использованием подобных комплексов может быть достигнута только тогда, когда в состав этих комплексов входят специализированные методики по конкретным типам диагностируемых объектов, реализованные в виде соответствующих программных модулей. Методики должны быть адаптированы к существующим технологиям ремонта, обеспечивать сокращение времени простоя ТПС.

Д-р техн. наук **А.Т. ОСЯЕВ**,
заведующий отделом ВНИИЖТа,
инж. **А.А. СЕРГЕЕВ**,
начальник лаборатории вибродиагностики
Дирекции по обслуживанию пассажиров
в пригородном сообщении (ДОПП-2)