

Тэтэр В. Ю.,
к. т. н., доцент, заместитель начальника отдела,
НТЦ «Транспорт»,
Тэтэр А. Ю.,
к. т. н., доцент, начальник УМУ ОмГУПС,
Щедрин В. И.,
начальник отдела,
Буяльский К. Л.,
инженер,
Федоров И. В.,
инженер НТЦ «Транспорт», г. Омск, Россия

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ КОЛЕСНО-МОТОРНЫХ БЛОКОВ ЛОКОМОТИВОВ: факторы, определяющие качество

В статье рассмотрены объективные и субъективные факторы, определяющие качество диагностирования колесно-моторных блоков локомотивов. Приведены краткие пояснения и выводы.

Вибродиагностика колесно-моторных блоков (КМБ) уже давно стала неотъемлемой частью технического обслуживания и ремонта локомотивов. Вопросы качества диагностирования КМБ всегда были актуальными. От качества диагностирования существенно зависит экономическая эффективность вибродиагностического оборудования.

В понятие качества диагностирования следует включить, во-первых, достоверность (степень соответствия результатов диагностирования фактическому техническому состоянию узла) [1], во-вторых, глубину диагностирования (определение дефектов на отдельных элементах узла), в-третьих, способность к идентификации различных видов дефектов.

На качество диагностирования КМБ оказывает влияние достаточно большое количество факторов, которые можно условно разделить на две большие группы — объективные и субъективные. Влияние этих факторов необходимо учитывать при диагностировании тягового подвижного состава, при принятии решения по результатам диагностирования, при разборе случаев несовпадения диагноза с фактическим состоянием узла, а также при оценке работы групп диагностики.

Объективные факторы. К этим факторам следует отнести методические и технологические ограничения при определении технического состояния КМБ. Эти ограничения, по нашему мнению, присущи любым, используемым в настоящее время на железнодорожном транспорте, вибродиагностическим средствам.

Методические ограничения.

1. В подшипниках и зубчатых зацеплениях роторных узлов по анализу сигналов вибрации не обнаруживаются изменения структуры металла, возникающие под действием статических и циклических динамических нагрузок. Явления так называемой усталости металла могут проявляться в виде микротрещин, которые образуются под поверхностями качения [2]. В этом случае дефект не может быть обнаружен до тех пор, пока трещина не достигнет поверхности. Процесс развития трещины часто происходит лавинообразно, что является одной из причин внезапных отказов локомотивов на линии. На практике имели место случаи, когда отказ происходил через

5–7 дней после получения положительных результатов диагностирования. При этом результаты экспертизы подтверждали внезапное возникновение трещины. Как правило, причиной отказа являлось нарушение технологии ремонта, например, посадка внутренней обоймы подшипника на вал с перенапрягом. Это ограничение при диагностировании подшипников КМБ в ближайшем будущем вряд ли будет снято.

2. Для узлов, бывших в эксплуатации, и для новых (или отремонтированных) узлов должны применяться различные методики диагностирования [3]. В идеальном варианте вновь собранные и отремонтированные узлы до диагностирования должны пройти обкатку под нагрузкой. В противном случае с большой вероятностью может быть забракован годный узел. Такая ситуация имеет место и при замене отдельных элементов узла, например, при замене одной из шестерен зубчатого зацепления или при установке новых роликов (шариков) в подшипник.

Технологические ограничения.

1. Нет возможности определить техническое состояние упорных подшипников при отсутствии осевой нагрузки. В этом случае дефекты ненагруженного подшипника практически не оказывают влияния на вибрацию. Так, например, при существующей технологии прокрутки колесно-моторных блоков не определяется техническое состояние упорных подшипников в буксовых узлах тепловозов ТЭМ2.
2. При вывешивании колесно-моторного блока под локомотивом не диагностируются верхние, наиболее нагруженные в эксплуатации части внешних обойм буксовых подшипников. Попытки нагрузить эти части подшипников (с целью их диагностирования) путем создания катковых станций не принесли успеха (пояснение в пункте 3).
3. Существующие технологии прокрутки колесно-моторных блоков (вывешивание под локомотивом и прокрутка на холостом ходу) не позволяют идентифицировать такой дефект как проворот внутренней обоймы на валу. В этом случае прокрутка происходит без нагрузки, которая является одним из условий, необходимых для проворота. Прокрутка колесно-моторного блока под локомотивом с помощью

катковой станции при 100% нагрузки (для локомотива ВЛ10 — это 11 т на колесо) в совокупности с конструкцией «бесконечного рельса» приводит к тому, что шумовые компоненты перекрывают диагностические признаки в сигнале вибрации. Прорабатываются технические решения по прокрутке КМБ с частичной нагрузкой.

4. При частоте вращения узла ниже рекомендуемой не выявляются дефекты сепаратора и некоторые дефекты тел качения, например, наличие в подшипнике тела качения меньшего или большего диаметра, чем все остальные тела качения. Для выявления таких дефектов частота вращения колесной пары должна быть не менее 180 об/мин. Это объясняется тем, что характерные частоты проявления дефектов сепаратора (и некоторых дефектов тел качения) расположены в наиболее низкочастотной области анализируемого вибросигнала и при частоте вращения ниже рекомендуемой в анализируемом спектре будут не видны. Для повышения качества диагностирования рекомендуемая частота вращения колесной пары 250 об/мин и выше.
5. Не диагностируются подшипники и зубчатые зацепления, находящиеся за несколькими разделами сред. На таких разделах происходит интенсивное затухание вибрации и, соответственно, теряются информативные диагностические признаки дефектов. Так при диагностировании буксовых подшипников датчик вибрации следует устанавливать на корпус, а не на крышку буквы (рис. 1) или головку болта. Также нет возможности определить техническое состояние подшипников, находящихся в гидропередаче (УГП) тепловозов типа ТГМ.

Субъективные факторы. К этим факторам относятся ошибки при составлении технологической карты, ошибки оператора и несоблюдение технологии диагностирования.

1. Неправильно выбрана конфигурация точки измерения.
2. Неправильно выбрано место установки датчика: за разделом сред (с игнорированием ограничений), перепутана последовательность каналов измерения или места установки датчиков.
3. При диагностировании опорных подшипников датчик установлен не в радиальном, а в осевом направлении.
4. Колесная пара или КМБ размещены с перекосом в вертикальной или горизонтальной плоскостях.
5. Выбран неподходящий режим работы узла во время диагностирования [5]. Это может быть прокручивание узла с частотой вращения ниже рекомендуемой (с игнорированием ограничений) или диагностирование при нестабильной частоте вращения.

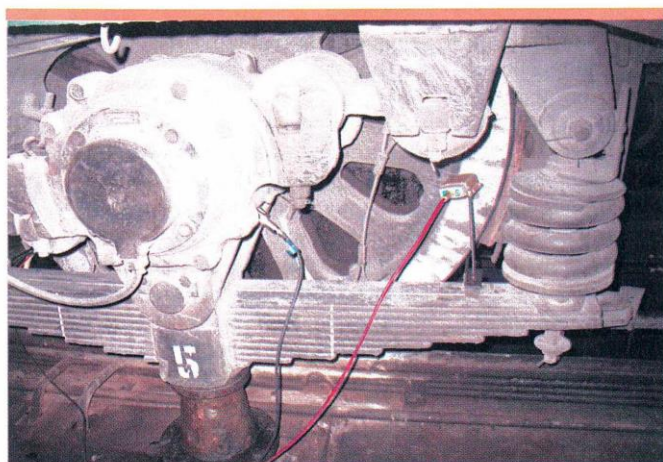


Рис. 1. Место установки датчика вибрации (на корпусе буксового узла) и датчика частоты вращения

6. Диагностирование холодного узла без его предварительной прокрутки, например, диагностирование локомотива в зимнее время сразу после его постановки в помещение. В этом случае может быть ошибочно забракован годный узел. Предварительная прокрутка производится с целью разогрева смазки и ее равномерного распределения. Как правило, достаточное время предварительной прокрутки колесно-моторного блока составляет 7–10 мин.
7. Не подготовлены (не зачищены от грязи и не смазаны) места для установки датчиков вибрации. Наличие загрязнений и отсутствие смазки сужают полосу пропускания частот вибросигнала, что приводит к уменьшению количества диагностических признаков и, соответственно, к ухудшению качества диагностирования.
8. Плохая установка датчика в точку измерения (установка на неровную, бугристую поверхность, датчик в месте установки качается, «играет»).
9. Отказ от прослушивания вибросигнала через наушники. Прослушивание является важным дополнительным средством определения технического состояния роторных механических узлов. Есть положительный опыт создания библиотеки звуковых образов типичных неисправностей для локомотивов ЧС2 (депо Барабинск Западно-Сибирской железной дороги). Библиотека помогает принимать решения в сомнительных случаях и способствует повышению квалификации операторов.
10. Несоответствие чувствительности вибродатчика значению, установленному в программе.
11. Отказ от повторного съема информации при наличии заключений «Заменить узел», «В эксплуатацию не допускать» (и подобных им) и при получении информации о наличии в вибросигнале составляющих с большой амплитудой, но не относящихся к известным диагностическим признакам дефектов.
12. Проведение диагностирования при наличии источников внешних помех (на объекте проводятся работы, плохо закреплены части механизма, создающие посторонний шум при диагностировании, рядом проводятся сварочные работы).
13. Работа с диагностическим средством, у которого вышел срок поверки или калибровки. На практике имеет место снижение с течением времени чувствительности датчиков вибрации. Этот параметр необходимо периодически проверять у всех датчиков и принимать меры по корректировке аппаратных или программных настроек вибродиагностического оборудования.
14. Работа с неисправным диагностическим средством (плохие контакты в разъемах, обрывы в кабельных линиях).

Правильный учет рассмотренных факторов поможет грамотно составить технологическую карту, уменьшить влияние человеческого фактора и, соответственно, повысить качество диагностирования, а также снизить количество необоснованных претензий к результатам диагностирования.

Дальнейшее повышение качества диагностирования возможно при использовании сочетания нескольких методов диагностирования, а также нескольких методов обработки и анализа вибросигналов.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 20911-89. Техническая диагностика. Термины и определения.
2. <http://www.ogbus.ru/authors/Prokhorov/prokh1.pdf>.
3. Барков А. В. Возможности нового поколения систем мониторинга и диагностики / *Металлург*. — 1998. — № 11.
4. http://www.vibration.ru/v_defekt.shtml.
5. Барков А. В., Баркова Н. А., Федорищев В. В. *Вибрационная диагностика колесно-редукторных блоков на железнодорожном транспорте*. — СПб.: Изд. центр СПбГМУ, 2002.