

УДК 620.179

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ ОСЕЙ КОЛЕСНЫХ ПАР ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФАЗИРОВАННЫХ РЕШЕТОК

С. С. СЕРГЕЕВ, Д. Г. ЯСТРЕБОВ
Белорусско-Российский университет
Могилев, Беларусь

Оси колесных пар вагонов и локомотивов при эксплуатации подвергаются существенным статическим и динамическим нагрузкам. При этом возможно образование поперечных плоскостных дефектов в виде трещин, которые чаще всего появляются на наружной цилиндрической поверхности в зонах радиусных переходов, т. е. возле галтелей и канавок. Такие трещины возникают из-за усталостных явлений в металлах, находящихся длительное время под воздействием знакопеременных нагрузок. Усталостные трещины, развивающиеся с поверхности детали, называют поверхностными, чем подчеркивают их отличие от трещин глубинных. Особую проблему для обнаружения представляют дефекты в подступичной зоне за галтельным переходом. Выявление подобных дефектов в предподступичной и подступичной зонах без предварительной разборки подшипниковых колец и колес затруднено.

Согласно требованиям стандарта СТО РЖД 01.11.002-2008 «Контроль неразрушающий. Элементы колесных пар вагонов. Технические требования к ультразвуковому контролю» проведение ультразвукового неразрушающего контроля осей колесных пар обеспечивает: при контроле осей колесных пар с частично демонтированным буксовым узлом – обнаружение поперечных трещин на цилиндрических поверхностях и в галтелях шеек и предподступичных частей, подступичной и средней частях оси (варианты метода AR1.1, AR1.2, AR1.3); при контроле осей колесных пар с полностью демонтированным буксовым узлом – обнаружение поперечных трещин на цилиндрической поверхности подступичной части оси (вариант метода AR3.1). Предусмотренные указанным и другими нормативными документами схемы прозвучивания осей колесных пар прямыми монопреобразователями с торцовых поверхностей с частотой 2,5 МГц, а также с цилиндрической предподступичной поверхности оси с применением наклонных преобразователей с углами ввода 18...20° и частотой 2,5 МГц не обеспечивают в данных условиях уверенное и достоверное выявление всех опасных дефектов. Следует отметить, что прозвучивание с торцовых поверхностей оси возможно только тогда, когда не мешают имеющиеся технологические отверстия. Для реализации всех четырех рекомендуемых вариантов реализации ультразвукового контроля одной оси требуется набор различных пьезопреобразователей. Рекомендуемые нормативными

документами методики ультразвукового контроля сопровождаются, как правило, появлением ложных сигналов на развертках, от которых достаточно сложно отстроиться.

Как показывают последние исследования, наиболее эффективным способом обнаружения трещин на валах и осях в подступичных зонах за галтельными выступами является использование поверхностных волн Рэлея. При этом за галтельным выступом формируется суммарное акустическое поле трансформированной из волны Рэлея и нетрансформированной поперечных волн, падающих практически перпендикулярно на поверхность трещины. Сдвиговые деформации среды и малая длина обеспечивают высокую отражательную способность волны, даже тогда, когда трещина заполнена смазкой. При контроле рекомендуется использовать рабочие частоты преобразователя 3...5 МГц. Наилучшие результаты по техническим и метрологическим критериям в этом случае обеспечивают преобразователи на фазированных решетках, которые позволяют осуществлять секторное сканирование с различными диапазонами углов ввода и фокусировку ультразвукового пучка. При этом можно выбрать такой диапазон углов, в пределах которого обеспечивается настройка на максимальную амплитуду опорного сигнала, т. е. на максимальную эффективность возбуждения поверхностной волны, а также настройка, при которой в акустическом поле существенную энергетическую долю будет составлять сопутствующая поперечная подповерхностная волна, позволяющая выявлять дефекты по направлению ниже контактной плоскости объекта.

Перед проведением контроля необходимо выполнить частичный демонтаж оси с обеспечением доступа к его предподступичной поверхности для установки преобразователя. Секторное сканирование фазированной решеткой производится перемещением преобразователя по окружности оси на таком расстоянии от торца, при котором обеспечивается максимальная амплитуда сигнала в зонах вероятного нахождения дефектов. Для повышения чувствительности поверхностные волны должны направляться перпендикулярно выступам.

Для экспериментальных исследований были использованы стальные ступенчатые цилиндрические образцы с поверхностными пропилами различной глубины. В качестве оборудования применялись ультразвуковой дефектоскоп «Phasor XS» и линейная фазированная решетка с частотой 4 МГц и углом ввода 36° . Для смещения рабочих углов ввода использовался притертый клин из оргстекла с углом при вершине 24° .

В докладе представлены схемы прозвучивания, анализ акустического тракта и результаты исследований с поясняющими комментариями.