

УДК 620.179

ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫХ ДАННЫХ ПРИ МОНИТОРИНГЕ УСТАЛОСТНЫХ ТРЕЩИН В ОБЪЕКТАХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Бардаков В.В. кандидат технических наук, **Барат В.А.** доктор технических наук,
Марченков А.Ю. кандидат технических наук

(Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт»)

В работе представлены результаты исследования характеристик акустико-эмиссионных (АЭ) данных при развитии усталостных трещин в объектах железнодорожного (ЖД) транспорта, на примере образцов стали рельса, оси и тягового хомута в процессе усталостных испытаний. По результатам проводимых работ определены амплитудные значения АЭ сигналов, генерируемых при зарождении и развитии усталостных трещин для трех типов образцов, с последующим анализом характеристик распространения акустических волн в исследуемых натуральных объектах при помощи конечно-элементного моделирования.

Введение. Одними из основных факторов крушений и сходов поездов являются усталостные изломы рельсов, осей колесных пар, цельнокатаных колес и других ответственных деталей подвижного состава. Несмотря на широкое применение и высокий уровень развития различных физических методов неразрушающего контроля (вихретокового, ультразвукового, магнитного), причинами аварий являются, как правило, пропуски дефектов в сложных элементах конструкций, а также достаточно низкая чувствительность к выявлению неблагоприятно расположенных трещиноподобных дефектов, которая присуща традиционным методам контроля. В связи с этим, ключевым фактором для безаварийной эксплуатации объектов ЖД транспорта является своевременное выявление усталостных трещин.

В качестве альтернативы традиционным методам неразрушающего контроля для выявления усталостных дефектов, в данной работе предлагается использование метода АЭ, который уже получил распространение при контроле объектов ЖД транспорта. Метод АЭ обеспечивает полный контроль детали без необходимости сканирования поверхности. При проведении АЭ контроля дефект выявляется не как несплошность, а как источник упругих волн, вызванных релаксацией механических напряжений при деформации и разрушении материала. На основании активности наблюдаемого процесса, его энергетических характеристик, а также по форме наблюдаемых сигналов можно не только выявить дефект, но и определить стадию развития, степень опасности, а также его местоположение. Более того, применение метода АЭ возможно не только для периодического контроля, но и для мониторинга.

Основная часть. Использование метода АЭ для мониторинга и диагностики опасных объектов нашло широкое применение, поскольку данный метод позволяет в режиме реального времени не только определять местоположение дефекта, но и также оценивать степень его опасности. Однако вместе с тем, успешное применение метода АЭ ограничивается тем, что характеристики сигналов АЭ, генерируемых в процессе развития дефектов существенно зависят от материала объекта. Другой характеристикой, которая в значительной степени зависит от материала объекта, является затухание акустических волн в материале, которое в свою очередь определяет зону контроля, а также расстояние между преобразователями.

В связи с данной проблемой в рамках представленной работы было проведено исследование АЭ, генерируемой в процессе усталостных испытаний, с последующей оценкой зоны контроля при помощи конечно-элементного моделирования.

С целью исследования характеристик АЭ данных, генерируемых в процессе развития усталостных трещин в исследуемых сталях, для каждого из объектов (рельс, ось, тяговый хомут) были изготовлены лабораторные образцы. Образцы нагружались при помощи

нагружающей машины INSTRON 5982. Режим нагрузки имитировал нагрузку, испытываемую объектов в процессе эксплуатации: сжатие для рельса, изгиб для оси, растяжение для хомута.

Оценка характеристик затухания проводилась при помощи конечно-элементного 3D моделирования полноразмерных объектов рельса, оси и тягового хомута в программном пакете COMSOL.

По результатам анализа амплитудных значений АЭ, генерируемой при развитии усталостных трещин, в процессе лабораторных испытаний, а также на основании расчета параметров затухания при распространении АЭ сигналов, полученных по результатам моделирования, была определена зона контроля и расстояние между преобразователями для каждого типа объектов

Выводы. Проведен анализ характеристик АЭ данных при развитии усталостных трещин для трех типов образцов (рельс, ось, тяговый хомут). Определены амплитуды сигналов АЭ, генерируемых при зарождении и развитии усталостных трещин для каждого из образцов. По результатам конечно-элементного моделирования полноразмерных объектов, определены характеристики затухания сигналов АЭ в исследуемом материале, а также максимально допустимое расстояние между преобразователями в процессе контроля. Полученные данные могут быть использованы при АЭ мониторинге исследуемых объектов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, НТУ «Сириус», ОАО «РЖД» и Образовательного Фонда «Талант и успех» в рамках научного проекта № 20-38-51019.

Бардаков В.В. (автор)

Подпись