

ИСПЫТАНИЕ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ МОСТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ

Линник Г.О.

«УКРЗАЛИЗНИЦЯ»

Ивашкевич Д.Л.

Мостоиспытательная станция «УКРЗАЛИЗНИЦИ»

Постановка задачи

Накопление повреждений усталостного характера в процессе эксплуатации пролетных строений, металлургические дефекты и дефекты, появившиеся при изготовлении, снижают эксплуатационную надежность сооружения. Выявление дефектов на ранней стадии их развития позволяет не только своевременно выполнить необходимый ремонт или замену элемента, но и оценить дальнейшую эксплуатационную пригодность пролетного строения в целом.

До сих пор основным методом НК мостовых конструкций остается их выборочный инструментальный и периодический визуальный осмотр.

Применение метода акустической эмиссии

Одним из перспективных методов для контроля крупногабаритных сборных металлоконструкций из листового проката, а именно элементов мостов является метод АЭ [1],[2] используемый для контроля под нагрузкой проходящего поезда.

Первые испытания мостовых конструкций на железных дорогах Украины с использованием метода АЭ были проведены в 2006 году. При испытаниях применялся диагностический комплекс АКЕМ.

Применение комплекса АКЕМ дало возможность определить зависимости характеристик сигналов АЭ от основных параметров поездной нагрузки, установить критериальную оценку опасности дефекта и определить условия эксплуатации сооружения.

Однако метод недостаточно проработан с точки зрения регистрации АЭ излучения под нагрузками, не превышающими эксплуатационные, то есть в тех условиях, при которых необходимо выполнять контроль. Кроме того, он не дает возможности определения координат дефекта на крупногабаритных объектах, что приводит к повышению трудозатрат при поиске дефектов. При обследовании необходимо произвести определения координат источника сигналов АЭ, категорию их опасности и разработать мероприятия по их ликвидации.

Специалистами Укрзалізниця при испытаниях наряду с диагностическим комплексом АКЕМ был впервые применен комплекс АЭ (ГАЛС-1), дающий возможность проводить локацию источников АЭ, т.е. определять места расположения дефектов.

Комплекс ГАЛС-1 в 2007 году был использован для диагностики пролетного строения железнодорожного моста через реку Ворскла на 333 км линии Киев-Харьков. Этот металлический мост сооружен в 1979 году по схеме 3x55,0 м. Пролетные строения болто-сварные с параллельными поясами с ездой понизу рассчитаны под нагрузку С14 [3], изготовлены из стали 15ХСНД по типовому проекту Гипротрансмоста (инв. №690). В первые годы эксплуатации в вертикальных стенках сварных продольных балок проезжей части пролетных строений по очертанию концов сварных швов прикрепления вертикальных ребер жесткости начали появляться трещины. К моменту проведения испытания в ноябре 2007 года число видимых трещин достигло 70.

Учитывая вышеизложенное, было принято решение о проведении комплексного обследования моста и испытания пролетного строения №2 с применением диагностического комплекса АЭ для определения мест расположения трещин (линейная локация), выявления мест зарождения микротрещин и определения степени (классов) опасности дефектов в конструкции. По результатам обследования был запланирован комплекс ремонтных работ балочной клетки методом заваривания трещин с последующей высокочастотной механической проковкой сварных соединений по технологии, разработанной ИЭС им. Е.О.Патона. После окончания ремонтных работ было предусмотрено провести повторное обследование и испытание методом АЭ. При выявлении новых трещин их место расположения и протяженность следовало выявить при помощи вихретокового дефектоскопа ВДЗ-71.

В качестве испытательной нагрузки использовали 12-осный тепловоз 2ТЭ116 массой 276 т с осевой нагрузкой 225,4 кН. При статических испытаниях производилось поэтапное нагружение пролетного строения для создания максимальных изгибающих моментов в панелях проезжей части и всего пролетного строения. При динамических испытаниях локомотив пропускался по мосту со скоростью 10–50 км/час. Преобразователи акустической эмиссии (ПАЭ) устанавливались на вертикальные листы левых продольных балок. Всего было установлено 7 ПАЭ с промежуточным расстоянием не более 3,5 м

При первом статическом нагружении было получено 9583 сигнала АЭ, по которым были локализованы 406 событий. Особое внимание было уделено рассмотрению локационной картины диаграммы распределения амплитуд сигналов АЭ вдоль локационной координаты и их сравнение с данными предыдущих обследований (рис. 1).



Рис. 1. Сравнение локационной картины, графика распределения амплитуд вдоль координаты локации и результатов предыдущего обследования

Видно, что результаты локации подтверждают наличие ранее обнаруженных дефектов, а также обнаружена одна дополнительная индикация вблизи установки датчика № 12. Однако нет точных координат расположения дефектов по вертикальной стенке, что обуславливает сканирование определенных участков продольных балок для подтверждения места дефекта и его размеров. Этот недостаток возможно устранить методом планарной локации с установкой

большого количества (ПАЭ). На железнодорожных мостах при диагностике методом АЭ планируется использовать от 16 до 22 датчиков (ПАЭ).

Повторное статическое нагружение показало аналогичные результаты, это свидетельствует о действительном наличии источников АЭ в зонах указанных локационной картиной.

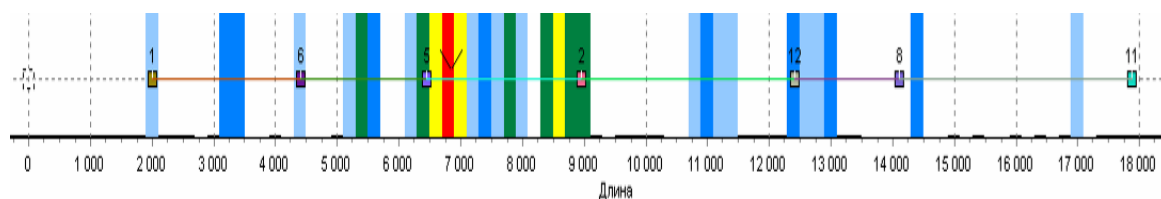
По степени опасности (в соответствии с интегральным критерием) большинство локализованных источников АЭ было отнесено системой ГАЛС-1 ко второму классу. Аналогичная оценка была ранее определена и при испытании одной продольной балки этого же пролетного строения, имеющей трещины, диагностическим комплексом АКЕМ.

После двух итераций статического нагружения была произведена попытка АЭ контроля при динамическом нагружении. При этом локационная картина имеет размытый характер и не позволяет локализовать многие из источников, обнаруженных при статическом нагружении, хотя основные закономерности все же прослеживаются: наибольшее количество событий обнаружено в районе трещин, но их расположение смещено на 0,5 м влево.

По результатам АЭ испытаний было также проведено обследование участка балки в районе датчика №12 вихретоковым дефектоскопом, и были обнаружены две трещины длиной 0,2 мм.

После проведения ремонтных работ методом заваривания трещин с последующей высокочастотной механической проковкой [4] ремонтных сварных соединений была проведена повторная диагностика пролетного строения № 2 методом акустической эмиссии.

Первые испытания с выдержками (статика)



Испытания после проведения ремонтных работ (статика)

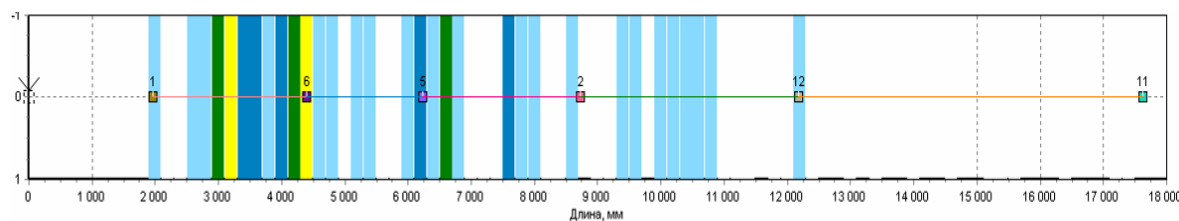


Рис. 2. Локационные картины при статических испытаниях до и после ремонтных работ

Выводы

Локационная картина (рис. 2) диаграммы распределения амплитуд сигналов АЭ вдоль локационной координаты и их сравнение с данными предыдущего испытания указывают на отсутствие индикации АЭ в местах, где ранее были расположены трещины, что подтверждает эффективность проведенных ремонтных работ.

Литература

1. В.Р. Скальський, П.М. Коваль Акустична емісія під час руйнування матеріалів, виробів і конструкцій. – Львів: СПОЛОМ, 2005. – 396 с.
2. А.Я. Недосека Основы расчета и диагностики сварных конструкций. – К.: «ИНДПРОМ», 1998. –640 с.
3. ДБН В.2.3-14:2006 Споруди транспорту. Мости та труби. Правила проектування
4. Повышение сопротивления усталости сварных соединений металлоконструкций высокочастотной механической проковкой (Обзор) / Л.М. Лобанов, В.И. Кирьян, В.В. Кныш, Г.И. Прокопенко // Автомат. сварка. – 2006. – № 9. – С. 3-11.