

ОБНАРУЖЕНИЕ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ВЕРШИН УСТАЛОСТНЫХ ТРЕЩИН В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПРОЛЁТНЫХ СТРОЕНИЯХ МОСТОВ МЕТОДОМ ИНФРАКРАСНОЙ ТЕРМОГРАФИИ

*Федоренко Владислав Анатольевич, студент 5-го курса кафедры «Мосты»
Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск
(Научный руководитель – Соловьёв Л.Ю., канд. техн. наук, доцент)*

В настоящее время на сети железных дорог Российской Федерации эксплуатируется большое количество сварных сплошностенчатых и решётчатых пролётных строений со сварной проезжей частью. Во многих эксплуатируемых пролётных строениях имеются различные усталостные повреждения. Большая часть усталостных трещин непрерывно растёт, что в дальнейшем может привести к значительному снижению эксплуатационных характеристик конструкции. При этом, как правило в сварных пролётных разрушение металла происходит из-за превышения предельных значений напряжений то есть предела выносливости; предел выносливости определяется при лабораторных испытаниях образцов плоской конфигурации, которые испытывают одноосное напряжённое состояние. При этом, для учёта реального характера поведения несущей конструкции при выполнении проверочных расчётов, к полученному вышеприведённым способом, пределу выносливости вводится набор дополнительных коэффициентов – таким образом, предполагается отсутствие повреждений при наработке базового числа циклов нагружения 2×10^6 . Однако, как показывает опыт эксплуатации мостов, трещины зарождаются гораздо раньше, чем сооружение успевает наработать базовое число циклов, при этом, трещины появляются в тех местах, в которых, согласно расчёту, их быть не должно – всё это говорит о несовершенстве методики перехода от одноосного напряжённого состояния к реальной работе конструкции, а также о невозможности расчётного прогнозирования появления случайных напряжений (из-за наличия поверхностных дефектов в материале, или от сварки в период монтажа и т.д.). Таким образом, для определения возможных областей усталостных повреждений необходимо выполнять натурные измерения.

На сегодняшний день одним из современных способов диагностики усталостных повреждений является инфракрасная термография, которая позволяет определять наличие и конфигурацию дефекта, по количеству выделяемого тепла в месте концентрации напряжений.

В данной статье рассматривается возможный подход к определению местоположения концентратора напряжения – вершины трещины. Подход основан на изучении процесса диссипации энергии в области усталостных повреждений при воздействии на конструкцию динамической нагрузки. При диссипации энергии большая её часть расходуется на разогрев металла вблизи усталостного разрушения – трещины, при этом максимальное выделение наблюдается в вершине трещины. Регистрация температуры позволит определить положение вершины трещины – в том месте будет наблюдаться пиковое значение изменения температуры.

Используя данный подход были определены местоположения вершин усталостных трещин в пролётных строениях железнодорожных мостов. Для регистрации температуры применялся тепловизор Fluke Ti400 с тепловой чувствительностью до 0,05 °С, имеющий частоту 9 Гц. Съёмка усталостных трещин проводилась в период прохождения подвижного состава. По результатам съёмки были получены термограммы области усталостного повреждения.

Для поиска вершины трещины выполняется обработка термограммы – определяется изменение температуры за полный цикл нагружения. Значения изменений температуры в каждой точке оцениваются по интенсивности цветов пикселей термограммы. По результатам осмотра в болто–сварных пролётных строениях также присутствует большое количество технологических трещин типа «в» и типа «а». Трещина типа «в» и термограмма полученная при съёмки приведены на (Рис. 1).

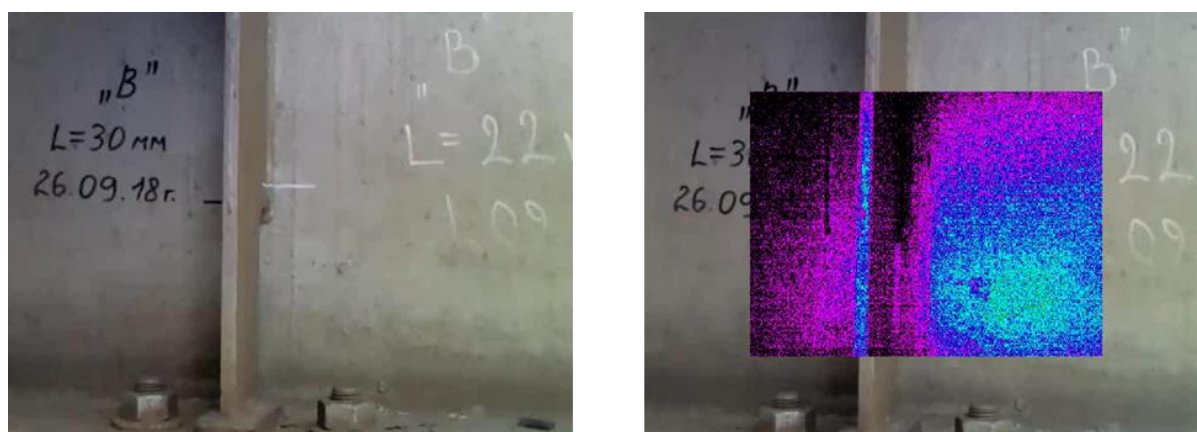


Рисунок 1 – Трещина в шве прикрепления вертикального ребра жёсткости к стенке балки и термограмма области трещины

Съёмка проводилась с расстояния 66 см в момент прохождения подвижного состава по мосту. Результат обработки термограммы на (Рис. 2).



Рисунок 2 – Результат обработки термограммы – вершина технологической трещины

Аналогичным способом были получены вершины усталостных трещин (Рис. 3).



Рисунок 3 – Трещина типа Т-13 и положение её вершины, полученное при обработке термограмм

Таким образом, возможно установить местоположение вершины трещины с дальнейшей целью по наблюдению за её развитием или устранению. Данный метод диагностики усталостных повреждений является перспективным и нуждается в дальнейших исследованиях. Внедрение данного способа в перечень необходимых операций при осмотре пролётных строений на железной дороге позволит выявить трещину до её выхода на поверхность.