

УДК 620.179.18

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

Александр Владимирович Пересторонин

*Магистр 1 года,
кафедра «Лазерные технологии в машиностроении»,
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: Б.М. Фёдоров,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Лазерные технологии в
машиностроении»,
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана*

Проблема измерения и устранения остаточных напряжений в крупногабаритных толстолистовых сварных конструкциях остается на сегодняшний день актуальной, особенно при выполнении сварных соединений в судостроении.

Для контроля сварных швов требуется неразрушающий метод, позволяющий с определенной точностью оценивать значения остаточных напряжений в глубине сварного шва, где, как правило, наблюдается трехосное напряженное состояние.

Остаточные напряжения в центре сварного шва оказывают влияние на временную прочность сварного шва, в результате чего их наличие может привести к разрушению конструкции при действии нагрузки меньше расчетной.

На сегодняшний день известно несколько основных методов определения остаточных напряжений. Каждый из них имеет преимущества и недостатки, ограничивающие область его применения.

Механические методы наиболее глубоко проработаны, есть стандартизированные методы; дают достаточно высокую точность и позволяют определять напряженное состояние на различной глубине по всем трем направлениям. Но эти методы относятся к разрушающим, а значит, неприменимы к реальным конструкциям.

Рентгеновские методы позволяют определять напряжение локально, измерять градиенты напряжений исследовать мгновенные напряжения в деталях; применимы для изделий сложной формы и больших размеров. Однако, на точность результатов существенно влияет размер зерна, состояние поверхностного слоя. Оборудование для этих методов дорогое и часто требует дополнительных мер по обеспечению безопасности труда.

Акустические методы могут применяться для измерения как поверхностных, так и средних по объему напряжений, оборудование компактно и безвредно. Но на результат влияет неоднородность механических свойств, что является проблемой при исследовании сварных соединений.

Ультразвуковой лазерный метод позволяет достаточно локально определять напряжение, в том числе на большой глубине, но обладает тем же недостатком, что и другие акустические методы, а для обеспечения высокой локальности требуется доступ с обеих сторон шва.

Электромагнитные методы относительно просты в реализации и позволяют достаточно оперативно получить результат, но отличаются малой локальностью (диаметр поля измерения до 3 мм) и ограниченной глубиной (до 25 мм), при этом имеют значительную погрешность.

Общим недостатком физических методов является их относительность. Определение напряжений происходит посредством сравнения сигнала от исследуемого образца с сигналом, полученным при тарировке. Это, во-первых, требует наличия образца, аналогичного исследуемому и проведения на нем дополнительных операций, а, во-вторых, погрешность вносится ввиду различия структуры и фазового состава основного металла, на котором обычно осуществляют тарировку, и металла сварного шва.

Существуют еще ряд методов измерения остаточных напряжений: метод измерения микротвердости, метод тонких покрытий и другие, но они практически неприменимы для измерения напряжений в глубоких слоях металла.

Таким образом, на сегодняшний день для определения трехосного напряженного состояния невозможно обойтись каким-либо одним физическим методом контроля. В дальнейших исследованиях планируется проверить перспективность применения комбинированных методов. Рассматривается, в частности, возможность тарировки физических методов (ультразвуковых, магнитных) по результатам механических исследований, а также установить на их основе закономерности распределения остаточных напряжений вдоль осей.

Литература

1. *Бигер И. А.* Остаточные напряжения. – М.: Машгиз, 1963. – 233 с.
2. *Гатовский К. М.* Теория сварочных напряжений и деформаций. – Ленинград: изд. Ленинградского Ордена Ленина кораблестроительного института, 1980. – 331 с.
3. *Николаев Г. А., Куркин С. А., Винокуров В.А.* Сварные конструкции. Прочность сварных соединений и деформации конструкций – М.: Высшая школа, 1982. – 272 с.