

А.В. УЛЫБИН, зав. учебной лабораторией
Г.А. КУКУШКИНА, инженер

(Санкт-Петербургский государственный политехнический университет)

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ СВАРОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ НА КОНСТРУКЦИИ ПРИ ИХ УСИЛЕНИИ

В настоящее время в эксплуатации находится большое количество различных стальных строительных конструкций, значительная часть которых претерпела определенный износ. Помимо этого возникает потребность в усилении элементов при реконструкции, в связи с изменением технологических процессов и нагрузок на конструкции.

Наиболее распространенным приемом в практике усиления металлоконструкций является увеличение сечения расчетных элементов, усиление узлов, сопряжений элементов, стыков. Дополнительные элементы крепят к основным посредством сварки.

Сварка существенно влияет на работу стержней, как в процессе усиления, так и после усиления. Имеют место тепловые ослабления, временные и остаточные напряжения и деформации. Взаимодействие сварочных напряжений и деформаций с внешней силовой или температурной нагрузкой может способствовать уменьшению несущей способности, коррозионной стойкости и жесткости сварных конструкций.

Таким образом, задача определения величины и характера распределения сварочных напряжений и деформаций представляется актуальной на сегодняшний день.

Расчетный путь определения остаточных напряжений является довольно сложным и громоздким. Это объясняет причины измерения остаточных напряжений экспериментальными методами.

Существующие экспериментальные методы определения остаточных напряжений обычно разделяют на механические и физические. Механические методы основаны на принципе упругой разгрузки объема металла путем его разрезания. Физические методы определения остаточных напряжений не связаны с обязательным разрушением металла, в отличие от механических. Они основаны на изменении свойств металла, происходящего под влиянием остаточных напряжений.

Рассмотрим наиболее разработанные физические методы, которые в отдельных случаях могут быть применены при измерении

остаточных напряжений.

Одним из наиболее распространенных физических методов, является рентгенографический. Применение рентгеновских лучей для исследования напряженного состояния в металлах и сплавах основано на явлении дифракции рентгеновских лучей при прохождении их через кристаллическую решетку исследуемого материала. Преимуществом рентгенографического метода является возможность его применения при исследовании напряжений в малых зонах деталей сложной конфигурации без их разрушения. Недостатками метода являются использование сложной аппаратуры и относительная длительность обработки полученных данных [1].

Магнитоупругий метод базируется на магнитоупругом эффекте – свойстве изменения намагниченности ферромагнитного тела, в данном случае стального. Однако ввиду недостаточной изученности различных факторов, оказывающих влияние на изменение магнитоупругого эффекта, измерения полученные данным методом характеризуются разбросом и относительной степенью достоверности.

Относительно новым является метод магнитной памяти металла, который основан на использовании магнитоупругого и магнитомеханического эффектов. Основные преимущества нового магнитного способа – исключение подготовки контролируемой поверхности и применение малогабаритных приборов [2].

Ультразвуковой метод также представляет определенный интерес в исследовании остаточных напряжений и основан на зависимости между напряжениями в твердых телах и скоростями распространения продольных и сдвиговых ультразвуковых колебаний. Преимуществами метода являются относительно невысокая погрешность, высокая чувствительность, возможность исследования на значительных глубинах. Но использование дорогостоящего комплекса аппаратуры и трудности ввода колебаний в исследуемый материал усложняют проведение эксперимента [3].

Бесконтактный электростатический метод оценки напряженно-деформированного состояния твердых тел основан на экспериментально установленной зависимости между данным состоянием твердого тела и величиной электрического поля исследуемого объекта [4]. Данный способ позволяет проводить неразрушающий контроль напряжений и деформаций в твердых

телах, определять пространственные координаты участков локальных концентраций напряжений и определять его величину.

Голографический метод определения остаточных напряжений является бесконтактным методом [5]. Но широкое применение методов голографической интерферометрии для исследования остаточных напряжений натуральных конструкций ограничивается в связи с требованиями виброизоляции как исследуемых объектов, так и применяемой голографической установки.

В данной статье приведены результаты исследования остаточных напряжений в сварном шве при помощи резистивного электроконтактного метода – это метод, основанный на измерении электрического сопротивления на участке поверхностного слоя металла при подачи к нему переменного тока. Метод был разработан С.Ю.Ивановым, Д.В.Васильковым и В.Э.Хитриком для оценки остаточных механических напряжений, сохраняющихся в металлических изделиях после их изготовления. В работе [6] предложено использовать резистивный электроконтактный метод для оценки напряженно-деформированного состояния стальных конструкций, обусловленного воздействием эксплуатационных нагрузок.

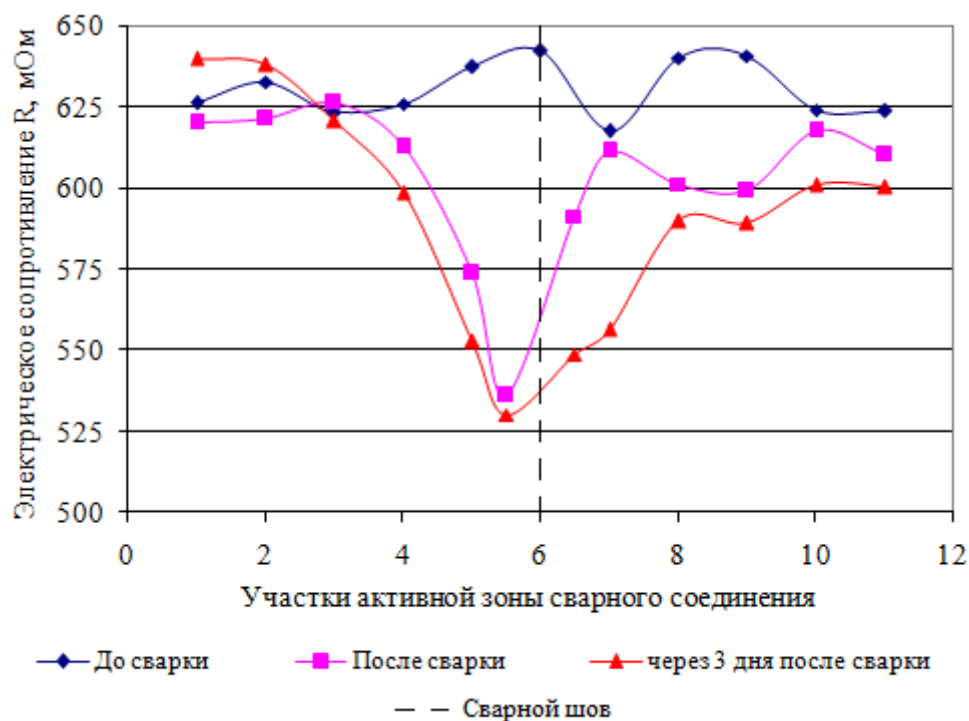


Рис.1 Распределение электрического сопротивления в активной зоне сварного соединения

Эксперимент проводился на модели – пластине, отобранной из

стенки стального прокатного профиля двутаврового сечения 36М по ГОСТ 19425-74. Сварной шов выполнен ручной электродуговой сваркой. Проведена зачистка сварного шва и прилегающих к нему участков основного металла в каждую сторону от шва с двух сторон.

Датчик прибора был установлен непосредственно на сварном шве и на нескольких участках зоны шва в обоих направлениях вдоль пластины.

На рис.1 представлены результаты измерения электрического сопротивления в активной зоне сварного соединения, на основе которых можно сделать следующие выводы:

- величина электрического сопротивления уменьшается по мере приближения к сварному шву;
- зона влияния сварного шва составляет около пяти значений его ширины.

Таким образом, резистивный электроконтактный метод представляет определенный интерес в вопросе определения влияния сварочных напряжений и деформаций на элементы конструкций и требует дальнейшего изучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корякина В.Е., Новоселова Т.М., Соломатин В.Е. Возможности рентгеновского измерения остаточных напряжений в наплавленном валике и основном металле крупнозернистой аустенистой стали 15х23Н18Л. Сварочное производство № 9, с 37-38, 62; 2000.

2. А.В. Башкатов, А.В. Бондарь, А.Б. Булков. Напряжения и деформации при сварке. Учебное пособие, Воронеж, Изд-во ВГТУ, 1999.

3. Ботаки А.А., Ульянов В.А., Шарко В.А. Ультразвуковой контроль прочностных свойств конструкционных материалов. – М.: Машиностроение. 1983.

4. Антонов А.А., Ифимовская А.А., Чернышев Г.Н. Бесконтактный электростатический метод оценки НДС твердых тел. Сб. Остаточные технологические напряжения». – М.: с.32-38. 1988.

5. Антонов А.А., Бобрик А.И., Морозов В.К., Чернышев Г.Н. Определение остаточных напряжений при помощи создания отверстий и голографической интерферометрии. Механика твердого тела № 2. 1980.

6. Улыбин А.В. Метод измерения электрического сопротивления для контроля механических напряжений в стальных конструкциях [Текст]: автореф. диссерт. на ст. к.т.н. 05.11.01. СПбГПУ, 2010.