

КОНТРОЛЬ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ПОМОЩЬЮ РЕЗИСТИВНОГО ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОГО МЕТОДА

Широко известны различные методы неразрушающего контроля (НК) напряжений в стальных элементах конструкций и изделиях. К наиболее известным из них относятся: рентгеновская дифрактометрия [1], ультразвуковые методы и магнитные методы, получившие наибольшее развитие. К магнитным методам контроля напряженно-деформированного состояния (НДС) относятся метод магнитной памяти (ММП), магнитоферрозондовый метод, метод основанный на эффекте Баркгаузена (МЭБ), метод магнитных меток и другие.

Относительно новой запатентованной разработкой является аппаратура СИТОН-ТЕСТ, основанная на резистивном электроконтактном (РЭ) методе НК для определения напряжений [2]. Метод основан на зависимости удельного электрического сопротивления (УЭС) (обратной ему электрической проводимости) металла от его деформированного состояния.

Основной целью разработанной и воплощенной в приборе методики и задачей, решаемой с его помощью, является НК остаточных напряжений в поверхностных слоях конструкций и изделий из металлов и сплавов. Учитывая, что остаточные и эксплуатационные напряжения имеют одинаковую природу, автором предположено, что РЭ метод можно использовать для контроля и оценки НДС конструкций, обусловленного воздействием эксплуатационных нагрузок.

Для проверки данной гипотезы проведен ряд экспериментальных исследований, выполненных на экспериментальном стенде, сконструированном на кафедре ТОЭС (рис.1).

В ходе исследований производился изгиб двутавровой балки № 16Б1, изготовленной из стали Ст3сп, за счет приложения сосредоточенной силы, приложенной в центре пролета. Параллельно производилось измерение УЭС на сжатом и растянутом волокнах наиболее напряженного сечения.

В результате проведенных экспериментов установлена зависимость УЭС от одноосных напряжений растяжения – сжатия. На графике (рис.2.) представлены зависимости УЭС от растягивающих напряжений при пошаговых нагружении и разгрузке балки.

По графику видно, что зависимость УЭС при растяжении близка к линейной. По результатам корреляционно-регрессионного анализа данной зависимости коэффициент корреляции составил 0,99, что говорит о наличии тесной связи контролируемого и

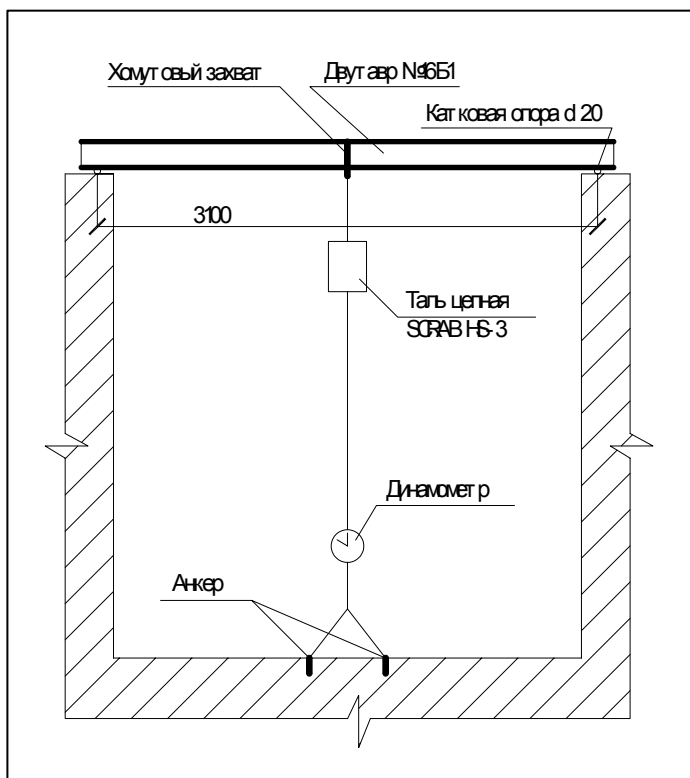


Рис. 1 схема испытательного стенда

регистрируемого параметров. Получено уравнение регрессии, имеющее для данного частного случая вид

$$\rho = 57,4 + 0,01\sigma, \quad (2)$$

где ρ – УЭС, мОм*мкм; σ - одноосное напряжение растяжения/сжатия, МПа.

Ветвь разгрузки имеет одинаковый с ветвью нагружения наклон (см. рис.2), однако проявляется гистерезис, поэтому ветви не совпадают. При снятии нагрузки УЭС не принимает начальное значение. По прошествии некоторого времени (приблизительно 30 мин) наблюдается релаксация и значение УЭС принимает близкое к исходному значение (последняя точка на кривой разгрузки) (см. рис.2).

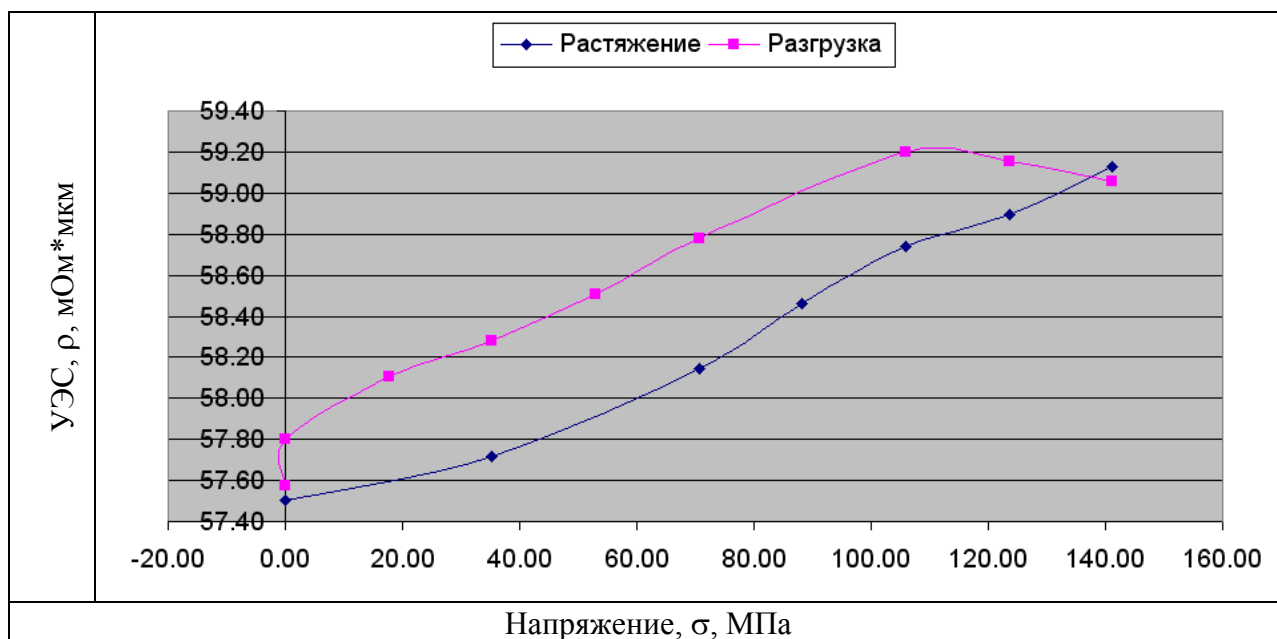


Рис. 2 Зависимость УЭС от растягивающих напряжений в ходе 1 цикла деформирования крупномасштабной модели двутавровой балки

ВЫВОДЫ

1. В результате экспериментальных исследований по применению РЭ метода для контроля эксплуатационных напряжений в стальных элементах выявлена линейная прямо пропорциональная зависимость УЭС от одноосных напряжений растяжения сжатия при упругом деформировании материала.
2. При циклическом нагружении – разгрузке материала отмечается гистерезис. Петля гистерезиса замкнута.
3. Учитывая тесную связь УЭС и одноосных напряжений растяжения-сжатия, характеризующуюся коэффициентом корреляции 0,99, РЭ метод можно применять для контроля напряжений в стальных конструкциях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лексовский А.М. Применение рентгеновской тензометрии для определения напряженно-деформируемого состояния / Лексовский А.М., Баскин Б.Л., Улыбин А.В. // Материалы XI научно-методической конференции ВИТУ «Дефекты зданий и сооружений. Усиление строительных конструкций» / ВИТУ.-СПб., 2007. с 57-62.
2. Васильков С.Д. Определение остаточных напряжений в поверхностном слое деталей из никелевых сплавов после механической обработки. / Васильков С.Д., Анастасиади Г.П., Юрова Г.П. // Металлообработка, 2008. №5 (47). С.4-9.