

Исследование сварных соединений из стали 12X18H10T методами сканирующей контактной потенциометрии и дифракции тепловых нейтронов

А.А. Абу Газал,
асп., gazal.ayman@yandex.ru,
В.И. Сурин,
доцент, к.т.н., visconst@rambler.ru,
НИЯУ МИФИ, г. Москва,
Г.Д. Бокучава,
к. ф.-м.н., gizo@nf.jinr.ru,
И.В. Папушкин,
инж., piv@nf.jinr.ru,
ЛНФ ОИЯИ, г. Дубна

Исследовали сварные соединения из стали 12X18H10T, выполненные лазерной сваркой. Образец разрезался на две, примерно равные части, а потом обе части соединялись с помощью волоконного лазера. Испытания на растяжение до разрушения образца проводили на нагрузочной машине LM-29 в интервале напряжений от 100 до 700 МПа. Одновременно проводили измерения методами сканирующей контактной потенциометрии и дифракции тепловых нейтронов. Для сравнения испытывали также образцы из той же стали без сварного соединения. Эксперименты выполнены на нейтронном фурье-стресс-дифрактометре ФСД на импульсном реакторе ИБР-2 в ЛНФ ОИЯИ (г. Дубна).

Investigated welded joints of steel 12X18H10T, made by laser welding. The sample was cut into two approximately equal parts, and then both parts were connected by laser. Tensile tests to failure of the sample were carried out on the testing machine LM-29 in the stress range from 100 to 700 MPa. At the same time, measurements were carried out by using scanning contact potentiometry and thermal neutron diffraction methods. The experiments were performed on a neutron Fourier stress diffractometer (FSD) on a pulsed fast reactor (IBR-2) in Frank Laboratory of Neutron Physics - Joint Institute for Nuclear Research (FLNP JINR) in Dubna city.

Постановка задачи и цель исследования

Цель проведения исследования заключалась в определении зависимости контактной разности потенциалов от приложенной нагрузки и оценке распределения упругих поверхностных напряжений в зоне сварного соединения.

Для этого необходимо было решить следующие задачи:

- Разработать измерительную методику и измерительные средства, на основе метода СКП, для проведения совместного эксперимента на разрывной машине LM-29;
- Подготовить образцы и отработать методику проведения совместных измерений;
- Провести эксперименты, проанализировать полученные результаты, сравнить их с результатами дифракции тепловых нейтронов, а также с образцами без сварных соединений.

Методика контроля

Одновременно проводили измерения методами сканирующей контактной потенциометрии и дифракции тепловых нейтронов [1]. Сканирование поверхности образца в процессе растяжения образца на нагрузочной машине LM-29 осуществлялось автоматически с помощью дистанционного управляемого прибора *Spectroelph-FRR* [2]. На каждой нагрузке образец выдерживался в течение двух часов, при этом производилось до двадцати измерительных циклов со скоростью сканирования 2,2 мм/с.

Результаты измерений

При испытаниях на растяжение образца из стали 12X18H10T в интервале напряжений от 200 до 700 МПа на структурных уровнях, начиная с третьего и до пятого включительно, на разных половинах образца значения разности потенциалов отличаются не только по величине, но и по знаку, причем граница скачкообразной инверсии знака совпадает с осью сварного соединения. Выше предела текучести четкая граница на потенциограммах смещается (рис.1), вследствие удлинения образца, а затем размывается (при $\sigma \geq 500$ МПа).

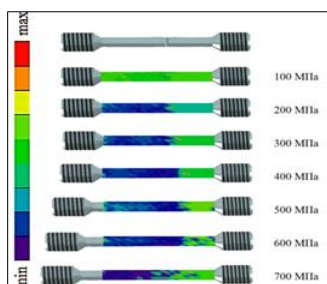


рис.1 Результаты, полученные методом СКП, для образца из стали 12X18H10T со сварным соединением.

Показана проекция потенциограмм на поверхность образца при напряжениях в интервале 100-700 МПа и значении СУС =5

При напряжении 600 МПа граница начинает «расплываться», а при 700 МПа еще заметнее расплывается вследствие потери устойчивости и образования шейки. Относительная деформация образца 12Х18Н10Т после разрушения составила 0,34. Результаты дифракции тепловых нейтронов показывают, что при нагрузках свыше 400 МПа виден заметный рост микродеформации из-за роста пластической деформации материала (рис.2).

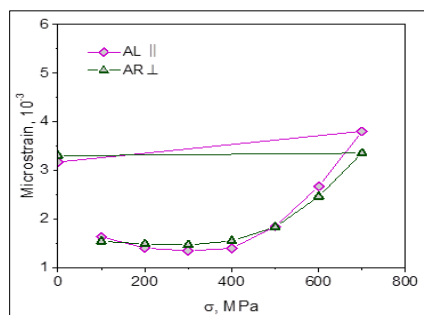


рис.2 Усредненная по всем (hkl) микродеформация при напряжениях 100-700 МПа, оцененная из уширений дифракционных пиков, полученных методом дифракции тепловых нейтронов для левого (AL) и правого (AR) детекторов

Заключение

Полученные результаты показывают, что практически для всех значений прикладываемых нагрузок на потенциограммах (СУС=5) наблюдается четкая граница, разделяющая две части образца: с одной стороны, со стороны прикладываемой нагрузки, наблюдали положительные значения разности потенциалов, что свидетельствует о наличии поверхностных напряжений преимущественно положительного знака (растягивающих); с другой стороны – отрицательные значения разности потенциалов (присутствие преимущественно сжимающих напряжений). При напряжениях, превышающих предел текучести материала, граница раздела на потенциограммах смещается вследствие увеличения степени деформации образца, а затем при $\sigma \geq 500$ МПа появляется нечеткость ее изображения. При напряжении 600 МПа граница начинает «расплываться», а при 700 МПа расплывается еще заметнее вследствие потери устойчивости и образования шейки.

Для образцов из стали 12Х18Н10Т без сварных соединений определена деформация кристаллической решетки для аустенитной фазы в зависимости от приложенной нагрузки.

Литература

1. Бочуава Г.Д., Балагуров А.М., Сумин В.В., Папушкин И.В. Нейтронный фурье-дифрактометр ФСД для исследования остаточных напряжений в материалах и промышленных изделиях// Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования, 2010, № 11, с. 9-21.
2. Сурин В.И., Абу Газал А.А., Волошин Е.В., Тельнов Е.Ю., Титовец Д.О. Разработка средств и методов обработки сигналов электрофизической диагностики для физико-механических испытаний материалов// Информационные технологии в проектировании и производстве. – М.: ФГУП ВИМИ, 2017г– №4(166), с.55-59.