

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**«Физическая мезомеханика.
Материалы с многоуровневой иерархически
организованной структурой и интеллектуальные
производственные технологии»,**

посвященная 90-летию со дня рождения
основателя и первого директора ИФПМ СО РАН
академика Виктора Евгеньевича Панина

**в рамках
Международного междисциплинарного симпозиума
«Иерархические материалы: разработка и приложения
для новых технологий и надежных конструкций»**

**5–9 октября 2020 года
Томск, Россия**

Томск
Издательство ТГУ
2020

DOI: 10.17223/9785946219242/47

IN SITU ЭВОЛЮЦИЯ НА МАКРО- И МЕЗОУРОВНЯХ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПОЛЕЙ В ОБЛАСТИ СВАРНОГО ШВА В СТАЛИ 12X18H10T

^{1,2}Клопотов А.А., ²Курган К.А., ¹Устинов А.М., Смирнов А.Н., ¹Попова Н.А., ¹Абзаев Ю.А., ²Потекаев А.И., ¹Цветков А.Н., ²Иванова Д.А.

¹Томский государственный архитектурно-строительный университет, Томск

²Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск

³Кузбасский государственный технический университет, Кемерово

Для активного использования конструкций, полученных с использованием сварки, необходимо точно предсказывать поведение сварных швов в широком диапазоне нагрузок. Важными областями исследования и анализа являются данные по распределению деформационных полей в области сварных швов в процессе нагружения [1,2].

В [1] на основе методологии физической мезомеханики показано, что сварной шов вовлекается в пластическое течение как единый структурный элемент. С другой стороны применение современных методов по изучению распределений относительных и абсолютных деформаций на поверхности исследуемых материалов в процессе механических воздействий расширяет возможности по выяснению носителей деформаций на мезо- и макромасштабных уровнях в области сварных швов [2].

Важная роль поверхностных слоев в процессе развития деформационных явлений в области сварного шва установлена в [1].

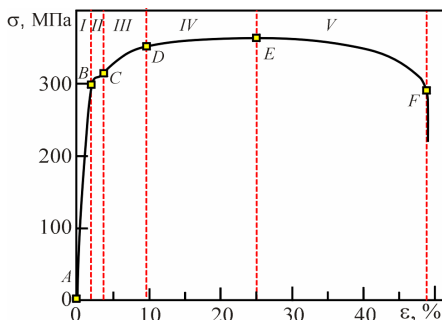


Рис. 1. Диаграмма деформирования растяжением стали 12X18H10T со сварным швом. Цифры соответствуют положению на кривой картинам деформационных структур на рис. 2

Сварка двух пластин из стали аустенитного класса 12X18H10T выполнена при помощи ручной дуговой сварки. Деформация на растяжение сварных плоских образцов осуществлялась на испытательной машине «INSTRON 3386». Деформирование проведено с постоянной скоростью 0.3 мм в минуту. Оптическая измерительная система VIC-3D использована для определения эволюции распределения деформаций в приповерхностных слоях образцов [2].

В процессе растяжения образца была получена диаграмма « $\sigma - \epsilon$ » (рис. 1) на базе экстензометра, установленного в пределах рабочей части исследуемого образца. Анализ зависимости $\sigma=f(\epsilon)$, полученной при растяжении сварного образца, позволил выделить 5 стадий (рис. 1). Границы этих стадий показаны точками А, В, С, D, E, F на диаграмме σ от ϵ . Стадия I (участок АВ) на деформационной кривой характеризует упруго-пластический характер деформации образца. Переход от упруго-пластической стадии (участок АВ) к пластической стадии II (участок ВС) характеризуется площадкой текучести на зависимости

Целью работы исследование эволюции деформационных полей в области сварных швов аустенитной стали 12X18H10T при деформации растяжением.

Исследования проводили на образцах, изготовленных из нержавеющей стали 12X18H10T аустенитного класса. Стали этого класса обладают исключительно хорошим сочетанием прочностных характеристик (высокая ударная вязкость и пластичность). Уникальное сочетание хороших физико-механических свойств стали 12X18H10T позволяют изготавливать из нее сварные конструкции, которые широко применяются практически во всех отраслях промышленности (криогенное оборудование, паронагреватели и трубопроводы высокого давления и т.д.).

Секция 2. Неустойчивость, локализация деформации и разрушения в материалах с иерархической структурой

$\sigma=f(\epsilon)$. На стадии III (участок CD) происходят деформационные процессы, обусловленные с интенсивным параболическим упрочнением. Переход из стадии III к стадии IV (участок DE) связан со слабым деформационным упрочнением. Участок EF относится к стадии предразрушения образца. Переход от одной стадии к другой сопровождается изменениями распределений деформационных полей на поверхности образца. На рис. 2 приведены картины распределений вертикальных и горизонтальных относительных деформаций на поверхности стального образца со сварным швом на стадиях I и IV.

На стадии I на картинах распределений деформационных полей (рис. 2, картина а) наблюдается хаотическое чередование очагов пластической деформации с разными локальными значениями пластических деформаций в центре этих очагов.

Анализ картин распределения областей деформации на поверхности образца на IV стадии (рис. 2, картина б) позволил установить, что на этой стадии происходит переход от хаотически распределенных локализованных очагов пластической деформации к распределению областей деформации в виде обширных областей с значительными значениями деформации в них.

Сварной шов, при растяжении образца со сварным соединением, является концентратором напряжений. Его присутствие проявилось в виде очагов деформации на картинах распределений вертикальных относительных деформаций на поверхности в центре образца (рис. 2). С ростом деформации переходом от стадии к стадии не сопровождается ростом площадей очагов пластической деформации в области сварного шва. Это связано с тем, что локальная деформация в области сварного шва приводит к структурно-фазовым изменениям. Электронно-микроскопическими исследованиями в установлено [3], что пластическая деформация в области сварного шва в стали 12X18H10T приводит к сложной последовательности мартенситных превращений $\gamma \rightarrow \epsilon \rightarrow \alpha$. Одновременно со структурно-фазовыми изменениями при деформации наблюдается увеличение внутренних напряжений и амплитуды изгиба-кручения кристаллической решетки.

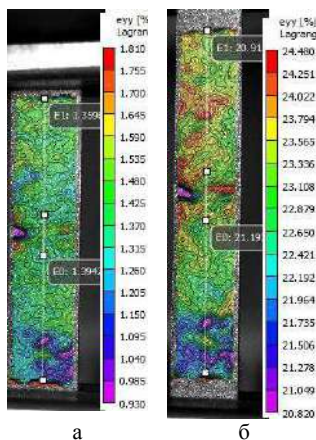


Рис.2. Картины распределений вертикальных относительных деформаций на поверхности сварного образца: а) стадия I; б) стадия IV

1. Панин С.В., Клименов В.Л. и др. Особенности развития пластической деформации на мезо- и макромасштабном уровнях при растяжении образцов нержавеющей стали 12X18H9T, содержащих сварной шов и подвергнутых ультразвуковой ударной обработке. Физическая мезомеханика. 2001. Т.4. Вып. 2. С. 51-64.
2. Курган К.А., Устинов А.М., Клопотов А.А. и др. Эволюция в пространстве и во времени деформационных полей в поверхностном слое в области сварного шва титанового сплава BT1-0 в субмикроструктурном состоянии. Вестник Бурятского Государственного Университета. Химия. Физика. 2018. Вып. 2-3. С.33-38.
3. Смирнов А.Н., Попова Н.А. и др. Влияние деформации на структуру и фазовый состав зоны термического влияния сварного шва стали 12X18H10T. Сборник тезисов XV Международной школы-семинара «Эволюция дефектных структур в конденсированных средах». 2018. С. 47-48.