

Анализ полученных данных показывает, что с ростом степени предварительной деформации ($\epsilon_{\text{пр д}}$) материалов, их условный предел текучести $\sigma_{0.2}$ и предел прочности σ_b возрастают, а показатели пластичности (относительные удлинение δ и сужение ψ) снижаются тем значительней, чем ниже энергия дефектов упаковки материала. Установлено, что влияние степени и скорости предварительной пластической деформации на сопротивление усталостному разрушению зависит от природы и структурного состояния материала, а также амплитуды и среды циклического нагружения [1].

Влияние степени предварительной осадки плоских образцов из аустенитной стали ЭИ878-М1 на их долговечность также существенно зависит от скорости деформации (на молоте и гидропрессе) и уровня приложенного напряжения. С ростом степени деформации сопротивление усталостному разрушению сплава повышается больше после штамповки на молоте, чем на прессе.

При низких σ_a (400 МПа) с ростом предварительной пластической деформации долговечность сплава вначале увеличивается с $4,06 \cdot 10^4$ циклов в исходном состоянии до $1,92 \cdot 10^6$ циклов после осадки на молоте ($\epsilon_{\text{пр д}} = 22\%$) и $1,67 \cdot 10^5$ циклов на прессе ($\epsilon_{\text{пр д}} = 10\%$), а затем незначительно уменьшается — до $1,62 \cdot 10^6$ циклов ($\epsilon_{\text{пр д}} = 36\%$) и $1,53 \cdot 10^5$ циклов ($\epsilon_{\text{пр д}} = 22\%$), соответственно.

Усталостная прочность сплава ЭИ-878-М1 с увеличением степени наклепа повышается, особенно после осадки на молоте, например, на базе 10^5 циклов ($\epsilon_{\text{пр д}} = 22\%$) в 1,7 раза (1,27 раза при деформации на гидропрессе).

В случае высоких амплитуд циклического нагружения, как и для сталей 20Х13 и 14Х17Н2, рост степени предварительной деформации вызывает монотонное повышение долговечности образцов из данного сплава, более существенное после штамповки на молоте, чем на гидропрессе.

Циклическая долговечность отштампованных на молоте (скорость деформации 10^2 с^{-1}) гофровых панелей из данного сплава в 2,9 раза выше, чем деформированных на прессе (скорость деформации $8 \cdot 10^{-2} \text{ с}^{-1}$). При этом фрактографический анализ усталостных изломов авиационных изделий из стали ЭИ878-М1 показал, что развитие усталостных трещин в гофровой панели, отштампованной на гидропрессе, имеет многоочаговый характер (рис. 8, а), в то время как на фрактографии излома панели, отштампованной на молоте, четко просматривается более спокойное и плавное распространение трещин.

Положительный эффект предварительной деформации на повышение сопротивления усталости панелей обусловлен изменением структуры материала, которая после штамповки на молоте имеет равномерное волокнистое строение. Металлографические и фрактографические исследования показали, что при больших степенях деформации (36% на молоте и 22% на прессе) в структуре материала появляются несплошности между волокнами прокатки в результате их расслоения. Их количество и длина растут по мере увеличения наклепа и при осадке на молоте до 36% появляются микротрещины, пересекающие волокна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пачурин Г. В. Повышение долговечности листовых штампованных деталей из высокопрочных сталей и сплавов / КШП. ОМД. 2003. №11. С. 7-11.

СПЕЦИАЛЬНЫЙ ПРАКТИКУМ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО НИРС

Погодаев В.П., Лаптев С.В., Погодаев М.В.
*Дальневосточный государственный
технический университет*

На кафедре сварочного производства Дальневосточного государственного технического университета (ДВГТУ), в рамках учебно-методического модуля «Физические методы исследования сварных соединений» введен специальный практикум, обеспечивающий проведение лабораторных работ по НИРС для магистерской программы 551806 «Машины и технология сварочного производства» направления 551800 «Технологические машины и оборудование. Результаты работы будут способствовать формированию у студентов знаний, умений, навыков в области использования современных методов прочностных испытаний и исследования структуры материалов.

В настоящее время создание практически любых металлоконструкций связано с использованием сварки как основного технологического процесса. Сварные стыки различных элементов конструкций практически всегда обладают структурной, химической и механической неоднородностью. Взаимодействие отдельных зон протекает сложным образом, и прочность сварного соединения, как правило, не совпадает с прочностью какой-либо прослойки. Несмотря на огромное количество статей и работ, посвященных описанию дефектообразования и процессам их развития в различных сварных соединениях разной природы,

теория этого процесса до конца не разработана. При этом особенно актуален вопрос дефектообразования на начальной стадии процесса разрушения – на микро- и наноуровнях. Согласно представлениям физической мезомеханики считается, что в кристаллической решетке деформационные дефекты (дислокации) зарождаются на микро-концентраторах напряжений. Наиболее интенсивно этот процесс развивается в поверхностных слоях нагруженного твердого тела. Новые подходы и возможности их решения связаны с разработкой расчетно-экспериментальных методов механики деформирования и разрушения и теории надежности механических систем.

Принципиально новый уровень в исследованиях и контроле структурного и деформированного состояния металлических материалов открывается при объединении методов сканирующей зондовой микроскопии и наноиндентирования в единую систему неразрушающего контроля с одновременной регистрацией комплекса механических характеристик материала в процессе вдавливания индентора и механических испытаний.

Исходя из анализа современного состояния исследований в данной области, была сформулирована следующая цель - разработка методики испытаний для изучения особенности зарождения и развития разрушения на нано- и микроуровне в сварных конструкциях из феррито-перлитных сталей. Для достижения этой цели предложен метод, совмещающий следующие испытания:

1. Испытание сварных образцов при статическом нагружении на универсальной машине УН-1000кН (Shimadzu, Япония).

2. Измерение микротвердости и микропрочностных характеристик по зонам сварного соединения с использованием динамического супермикротведомера DUN-211S (Shimadzu, Япония).

3. Исследование рельефа и морфологии поверхности на оптическом микроскопе и атомно - силовом микроскопе SPM-9600 (Shimadzu, Япония).

Основные этапы проведения исследования:

1. Подготовка образцов. Образцы свариваются. Сварка проводится с двух сторон. Из образцов вырезаются плоские образцы согласно ГОСТ 1497-84. Поверхность образца в зоне сварного соединения шлифуется, полируется и протравливается для определения макрозон сварного соединения. В зоне термического влияния наносится надрез глубиной 0,5 мм.

2. Затем по зонам разрушения проводятся замеры микротвердости.

3. Образцы подвергаются статическому нагружению с шагом деформации 10%.

4. Далее из деформированных образцов вырезаются микрообразцы размерами 15x15x7 мм. Образцы исследуются на атомно-силовом микроскопе, с получением информации о топологии и морфологии деформируемой поверхности образца.

5. Обработка экспериментальных данных с помощью пакета MatLab.

Данная методика была опробована для образцов сварных соединений из сталей феррито-перлитного класса (ст.3 и 09Г2) при выполнении работ в рамках проекта РНП 2.09.10 «Исследование нано- и микромеханизмов разрушения сварных соединений при совместном действии двухчастотного нагружения и низкой температуры» аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы (2009-2010 годы)».

Для подготовки магистров со знанием современных методов прочностных испытаний и исследования структуры материалов авторами подготовлено учебное пособие « Новые физические методы исследования сварных соединений. Методы сканирующей зондовой микроскопии и наноиндентометрии». В пособии представлен лекционный материал, методические рекомендации по выполнению лабораторных работ, тесты контроля знаний основ теории и система оценки качества выполнения исследований.

К каждой теме прилагается презентация, выполненная в Microsoft Office Power Point 2007, что позволяет наглядно представить теоретические вопросы и обеспечить глубокое усвоение материала студентами.

ДРУЖЕСТВЕННЫЙ ИНТЕРФЕЙС КАК ХАРАКТЕРИСТИКА ИНФОРМАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Цветков В.Я., Булгаков С.В.

*Московский государственный университет
геодезии и картографии
Москва, Россия*

Инфраструктура (*infra* — ниже, под и *structura* — строение, расположение) — комплекс взаимосвязанных обслуживающих структур или объектов, составляющих и/или обеспечивающих основу функционирования системы. Инфраструктура информационной системы (ИИС) близка к понятию интерфейса. Интерфейс — совокупность средств и методов взаимодействия между элементами системы. В