

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**X МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Химия нефти и газа»**

Томск

Издательский Дом ТГУ

2018

1

DOI: 10.17223/9785946217408/255

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ ДЕФОРМАЦИИ НА ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВОДОРОДНОГО ОХРУПЧИВАНИЯ АУСТЕНИТНОЙ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ

¹Астафурова Е.Г., ²Фортуна А.С., ¹Майер Г.Г., ¹Астафуров С.В.,

¹Мельников Е.В., ¹Москвина В.А., ¹Бурлаченко А.Г.

¹*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия*

²*НИ Томский политехнический университет, Томск, Россия*

Методами электронной микроскопии и одноосного растяжения изучено влияние скорости деформации ($10^{-5} - 10^{-3} \text{ с}^{-1}$) на механические свойства, пластичность, механизмы деформации и микромеханизмы разрушения аустенитной нержавеющей стали 01X17H14M3 (Cr 16,8%, Ni 13,3%, Mo 2,7%, Mn 1,7%, Si 0,6%, C 0,01%, Fe ост.), подвергнутой электролитическому наводороживанию. Электролитическое насыщение закаленных стальных образцов водородом осуществляли в однократном водном растворе серной кислоты (H_2SO_4) с добавлением тиомочевины $\text{CS}(\text{NH}_2)_2$, при комнатной температуре, в течение 100 часов и при плотности тока 50 мА/см^2 . Непосредственно после наводороживания проводили одноосное статическое растяжение образцов при комнатной температуре.

Для образцов, не подвергнутых наводороживанию, увеличение скорости деформирования ($\dot{\epsilon}$) приводит к росту деформирующих напряжений, а также к увеличению пределов текучести и прочности (например, предел текучести возрастает с 360 МПа до 430 МПа при увеличении $\dot{\epsilon}$ от 6×10^{-5} до $5 \times 10^{-3} \text{ с}^{-1}$). Независимо от скорости деформации, образцы разрушались вязко с образованием выраженной шейки. Зарождение трещин происходило в макроскопических полосах деформации, которые образовывались вблизи зоны разрушения. Характерным микромеханизмом разрушения для всех исследуемых образцов, деформированных без наводороживания, является ямочный излом. При этом размер ямок разрушения уменьшается при увеличении $\dot{\epsilon}$. Основным механизмом деформации аустенитной стали без водорода является дислокационное скольжение, при этом в структуре разрушенных образцов наблюдали также большое количество деформационных двойников. Увеличение скорости деформирования приводит к образованию более грубых следов сдвига на поверхности деформированных образцов, что коррелирует с увеличением планарности сдвига и усилением вклада от механического двойникования при больших скоростях деформации.

Наводороживание способствует увеличению напряжений течения и снижению пластичности в стали при всех исследуемых скоростях деформации. Насыщение водородом сопровождается усилением планарности дислокационной структуры и увеличением вклада от механического двойникования в деформацию. Наряду с этими эффектами происходит образование хрупких поверхностных слоев, толщиной 14 мкм, на боковых поверхностях образцов. В процессе растяжения такие слои разрушаются хрупко с образованием плоских транскристаллитных и интеркристаллитных фасеток (квазисколов). Центральная часть образцов разрушается вязко. Между вязкой центральной частью и хрупкими поверхностными слоями образуются промежуточные слои, которые разрушаются транскристаллитно хрупко. Но на плоских поверхностях излома в таких слоях видны следы деформации, что свидетельствует о протекании значительной пластической деформации после растрескивания поверхностного и подповерхностных слоев в процессе активного растяжения. Анализ боковых поверхностей разрушенных образцов свидетельствует о формировании микроскопических хрупких трещин в теле зерен вдоль следов сдвига (границ двойников деформации). Коэффициент водородного охрупчивания, который характеризует уменьшение общего удлинения образцов при наводороживании по отношению к значениям для ненаводороженных образцов, уменьшается при увеличении скорости деформации: от 13% при $\dot{\epsilon} = 6 \times 10^{-5} \text{ с}^{-1}$ до 6% при $\dot{\epsilon} = 5 \times 10^{-3} \text{ с}^{-1}$. Таким образом, увеличение скорости деформирования снижает эффекты водородного охрупчивания аустенитной стали 01X17H14M3.

Работа выполнена в рамках ПФНИ ГАН на 2013-2020 годы, направление Ш.23. Исследования выполнены с использованием оборудования ЦКП Нанотех (ИФПМ СО РАН).