

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

INTERNATIONAL WORKSHOP

**«Multiscale Biomechanics and Tribology
of Inorganic and Organic Systems»**

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

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

**VIII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ,
ПОСВЯЩЕННАЯ 50-ЛЕТИЮ ОСНОВАНИЯ
ИНСТИТУТА ХИМИИ НЕФТИ**

«Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа»

Томск
Издательский Дом ТГУ
2019

DOI: 10.17223/9785946218412/231

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭНЕРГИИ ДЕФЕКТА УПАКОВКИ НА ПАРАМЕТРЫ СООТНОШЕНИЯ ХОЛЛА-ПЕТЧА ДЛЯ АУСТЕНИТНЫХ НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ

Астафуров С.В., Майер Г.Г., Мельников Е.В., Москвина В.А.,
Панченко М.Ю., Астафурова Е.Г.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

Основным недостатком промышленно используемых аустенитных нержавеющей сталей на хромоникелевой основе являются низкие значения предела упругости и прочности. Использование термомеханических обработок, включающих различные комбинации пластической деформации и отжига, позволяет значительно уменьшить размер зерна в аустенитных нержавеющей сталях и, как следствие, повысить их прочностные свойства без существенной потери в пластичности. Многочисленные исследовательские работы показывают, что для аустенитных нержавеющей сталей связь предела текучести с размером зерна описывается соотношением Холла-Петча. При этом диапазон параметров этого соотношения достаточно велик и зависит от методов получения заготовок, характеристик зеренной структуры и рассматриваемого диапазона размеров зерен. Настоящая работа посвящена исследованию влияния энергии дефекта упаковки (ЭДУ) аустенитных нержавеющей сталей на значения параметров в соотношении Холла-Петча.

В качестве объектов исследования в работе рассматривали две аустенитные нержавеющей стали с разной ЭДУ: 01X17H13M3 (Fe-16,8Cr-13,3Ni-2,7Mo-1,7Mn-0,6Si-0,01C) и 12X18H10T (Fe-17,7Cr-9,8Ni-0,2Mo-0,6Ti-1,3Mn-0,5Si-0,11C, мас.%). Методами просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) были оценены величины ЭДУ таких сталей: $33,6 \pm 4,5$ мДж/м² для стали 01X17H13M3 и $20,6 \pm 1,7$ мДж/м² для стали 12X18H10T. С использованием холодной многоходовой прокатки (осадка до 80%) и постдеформационных отжига с различной длительностью при температурах 650-1050 °С были получены образцы сталей с различным размером зерна в диапазоне от 2,8 до 73,2 мкм для стали 01X17H13M3 и от 0,2 до 32 мкм для стали 12X18H10T. Образцы сталей с разным размером зерна были подвергнуты одноосному статическому растяжению с начальной скоростью $1,0 \times 10^{-4}$ с⁻¹.

Экспериментально установлено, что для исследуемых сталей зависимость условного предела текучести $\sigma_{0,2}$ от размера зерна описывается соотношением Холла-Петча (коэффициент корреляции 0,99):

$$\sigma_{0,2} = \sigma_0 + k_{HP} D^{-1/2},$$

где σ_0 – предел текучести в монокристалле, D – размер зерна, k_{HP} – коэффициент Холла-Петча. Значения параметров соотношения Холла-Петча, определенные на основе анализа экспериментальных данных, различны для двух исследуемых сталей: $\sigma_0=246$ МПа и $k_{HP}=325$ МПа×мкм^{0,5} для стали 01X17H13M3 и $\sigma_0=100$ МПа и $k_{HP}=404$ МПа×мкм^{0,5} для стали 12X18H10T. Экспериментально наблюдаемые различия значений параметров соотношения Холла-Петча для рассматриваемых сталей связаны с различием в величине их энергии дефекта упаковки, которая определяет особенности дислокационной структуры (величину расщепления полной дислокации $a/2\langle 110 \rangle$ на частичные дислокации Шокли $a/6\langle 211 \rangle$) и механизм деформации в материале (скольжение, двойникование). Величина σ_0 зависит от термически активируемого ближнего взаимодействия дислокаций (полных или частичных) с примесными атомами и дислокациями леса и имеет меньшие значения для стали с низкой ЭДУ. Сталь 01X17H13M3 с более высокой ЭДУ обладает более низким значением коэффициента Холла-Петча. Это обусловлено зависимостью величины k_{HP} от значений сдвиговых напряжений, необходимых для активации источников дислокаций у границ зерен (соответствующих напряжению $\tau_{ш}$), которые увеличиваются с понижением ЭДУ.

Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных исследований Государственных академий наук на 2013-2022 гг. (проект № III.23.2.7).