

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»

DOI: 10.17223/9785946218412/188

СТРУКТУРА И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПОЛЗУЧЕСТИ СПЛАВА СИСТЕМЫ Zr-Nb-H, ОБЛУЧЕННОГО ИМПУЛЬСНЫМ ЭЛЕКТРОННЫМ ПУЧКОМ

¹Степанова Е.Н., ²Грабовецкая Г.П., ²Мишин И.П., ³Тересов А.Д.

¹*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск*

²*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук, Томск*

³*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук, Томск*

enstepanova@tpu.ru

В последнее время в области модифицирования поверхности металлических поликристаллов все большее применение находят методы обработки, связанные с использованием электронных пучков. Радиационное, тепловое и ударно-механическое воздействия в процессе электроннолучевой обработки могут приводить к накоплению дефектов в поверхностном слое металлических поликристаллов, появлению метастабильных фаз и формированию нанокристаллической структуры. При этом существенное влияние на формирующуюся в поверхностном слое структуру может оказать присутствие в сплаве водорода. Структура поверхности, имеющая высокую плотность дефектов и содержащая метастабильные фазы, может оказаться нестабильной в процессе эксплуатации при повышенных температурах. Неустойчивость модифицированного слоя к воздействию температуры в присутствии водорода особенно ярко проявляется при малых скоростях деформации, характерных для ползучести, при которых высока роль диффузии и диффузионно-контролируемых процессов в развитии пластической деформации.

В работе проведено сравнительное исследование влияния облучения импульсным электронным пучком на закономерности ползучести сплавов Zr-1мас.%Nb-0,004мас.%H (далее сплав Zr-1Nb) и Zr-1мас.%Nb-0,25мас.%H (Zr-1Nb-0,25H) при температуре 673 К в интервале скоростей $10^{-7} - 10^{-5} \text{ с}^{-1}$.

В исходном состоянии сплав Zr-1Nb является двухфазным и содержит кроме основной фазы αZr фазу βNb (твердый раствор Zr на основе Nb), которая в виде частиц, размерами 0,5-2 мкм, наблюдается на границах и в объеме зерен. Сплав Zr-1Nb-0,25H кроме указанных фаз содержит гидриды ZrH и ZrH₂. Согласно оценке по уширению на полувысоте рентгеновских максимумов с применением аппроксимации Коши значения микроискажений кристаллической решетки фазы $\alpha\text{-Zr}$ сплавов Zr-1Nb и Zr-1Nb-0,25H составляют $3,2 \cdot 10^{-4}$ и $1,4 \cdot 10^{-3}$, а плотность дислокаций в зернах – $1,6 \cdot 10^{13}$ и $3,0 \cdot 10^{14} \text{ м}^{-2}$, соответственно.

В результате облучения в режиме плавления в поверхностном слое сплавов Zr-1Nb и Zr-1Nb-0,25H шириной 8-10 мкм формируется свободная от частиц фазы $\beta\text{-Nb}$ пластинчатая $\alpha+\alpha'$ структура с поперечным размером пластин 20-300 нм. После облучения в модифицированном слое в сплаве Zr-1Nb микроискажение кристаллической решетки увеличилось до $1,3 \cdot 10^{-3}$, а плотность дислокаций – до $2,6 \cdot 10^{14} \text{ м}^{-2}$. В сплаве Zr-1Nb-0,25H значения микроискажения кристаллической решетки и плотности дислокаций изменяются незначительно – до $2,0 \cdot 10^{-3}$ и $6,1 \cdot 10^{14} \text{ м}^{-2}$, соответственно. Облучение сплавов Zr-1Nb и Zr-1Nb-0,25H приводит к уменьшению скорости установившейся ползучести и величины деформации до разрушения при увеличении времени до разрушения. Зависимость скорости ползучести на установившейся стадии от напряжения облученных сплавов Zr-1Nb и Zr-1Nb-0,25H при 673 К удовлетворительно описывается степенным законом ползучести. Значения показателя чувствительности к напряжению свидетельствуют о том, что основным механизмом деформации сплавов Zr-1Nb и Zr-1Nb-0,25H в рассматриваемых условиях ползучести является переползание дислокаций, контролируемое объемной самодиффузией циркония.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант № 18-08-00158.