

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: 10.17223/9785946217408/182

ВЛИЯНИЕ ОБЛУЧЕНИЯ ИМПУЛЬСНЫМ ЭЛЕКТРОННЫМ ПУЧКОМ НА СТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СПЛАВОВ СИСТЕМЫ Zr-Nb-H

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

¹*НИ Томский политехнический университет, Томск, Россия*

²*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия*

³*Институт сильноточной электроники СО РАН, Томск, Россия*
enstepanova@tpu.ru

Обработка поверхности с использованием пучков электронов может приводить к формированию в поверхности аморфизованных или наноструктурированных слоев с улучшенными параметрами износостойкости, коррозионной стойкости и динамической прочности. В литературе имеются данные, согласно которым нано- и субмикроструктурные металлические материалы обладают большим сопротивлением водородной хрупкости по сравнению с мелко- и крупнозернистыми поликристаллами. Поэтому можно предполагать, что формирование в поверхностных слоях нано- или субмикроструктурного состояния путем облучения электронными пучками будет способствовать повышению сопротивления водородной хрупкости металлических материалов, в том числе и гидридообразующих сплавов.

Целью настоящей работы является исследование влияния облучения импульсным электронным пучком на структуру и деформационное поведение гидридообразующих сплавов системы Zr-Nb-H.

В качестве материала для исследования был использован сплав Zr-1 мас. % Nb с содержанием водорода 0,002, 0,07 и 0,21 мас. % (далее сплавы Zr-1Nb, Zr-1Nb-0,07H и Zr-1Nb-0,21H). В исходном состоянии сплав Zr-1Nb содержит две фазы: Zr_{α} и твердый раствор циркония на основе ниобия (Nb(Zr)). Объемная доля выделений фазы Nb(Zr) составляет ~1,5 об. %. В сплавах Zr-1Nb-0,07H и Zr-1Nb-0,21H кроме указанных фаз присутствуют гидриды ZrH и ZrH₂.

Установлено, что облучение импульсным электронным пучком в режиме отсутствия плавления не изменяет структуру объема указанных сплавов. Однако в их поверхностном слое увеличивается величина микроискажений кристаллической решетки фазы Zr_{α} с $4 \cdot 10^{-4}$ до $1,2 \cdot 10^{-3}$, что свидетельствует о росте в этом слое упругих напряжений. В поверхностном слое сплавов Zr-1Nb-0,07H и Zr-1Nb-0,21H уменьшается объемная доля гидридов.

В результате облучения импульсным электронным пучком в режиме плавления поверхности структура объема исследуемых сплавов также не изменяется. В то же время в поверхностном слое сплавов средний размер зерен увеличивается с 4 до 6 мкм. В объеме зерен поверхностного слоя независимо от концентрации водорода в сплаве формируется пластинчатая структура с размерами пакетов параллельных пластин 1-1,5 мкм. Ширина пластин в пакетах колеблется от 20 до 200 нм. Величина микроискажений кристаллической решетки фазы Zr_{α} в поверхностном слое увеличивается до $3 \cdot 10^{-3}$. В поверхностном слое сплавов Zr-1Nb-0,07H и Zr-1Nb-0,21H гидриды не обнаруживаются. Общая концентрация водорода в сплаве при этом уменьшается на 0,002-0,004 мас. %.

Облучение импульсным электронным пучком в режиме плавления поверхности приводит к росту прочностных характеристик образцов сплавов Zr-1Nb-0,07H и Zr-1Nb-0,21H на 20–25 % по сравнению с необлученными образцами с соответствующей концентрацией водорода. Отсутствие в поверхностном слое гидридов подавляет образование поверхностных трещин. При этом в 1,3-1,5 раза увеличивается однородная деформация при практически одинаковой величине деформации до разрушения, что свидетельствует о росте после облучения устойчивости сплава к локализации деформации на макроуровне.

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