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: 10.17223/9785946218412/268

РАЗРУШЕНИЕ СПЛАВОВ VT1-0 И Zr-1 МАС. %Nb В РАЗЛИЧНЫХ СТРУКТУРНЫХ СОСТОЯНИЯХ ПРИ НАГРУЖЕНИИ В РЕЖИМЕ ГИГАЦИКЛОВОЙ УСТАЛОСТИ

¹Майрамбекова А.М., ^{3,4}Шаркеев Ю.П., ²Наймарк О.Б.,

²Банников М.В., ³Ерошенко А.Ю., ²Оборин В.А.

¹*Томский государственный университет, Томск*

²*Институт механики сплошных сред УрО РАН, Пермь*

³*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск*

⁴*Томский политехнический университет, Томск*

Прогнозирование долговечности конструкционных материалов и разработка методов ее повышения является важнейшей фундаментальной задачей для широкого круга конструкционных материалов различного назначения. Известно, что материалы в ультрамелкозернистом состоянии обладают более высоким уровнем механических свойств, в частности, сопротивлением к усталостному разрушению и циклической долговечности и др. Поэтому в настоящее время актуальными являются исследования, посвященные влиянию наноструктурного и/или ультрамелкозернистого состояния на процессы разрушения материалов при циклических нагрузках, анализу кривой усталости в широком диапазоне количества циклов нагружения, не только для многоциклового усталости, 10^6 циклов, но и для гигацикловой усталости (10^9 и более циклов нагружения). В работе проведены сравнительные исследования влияния структурного состояния (ультрамелкозернистого, мелкозернистого крупнокристаллического) на усталостную прочность сплавов VT1-0 и Zr-1 мас.%Nb при нагружении в гигацикловом режиме. В исследуемых сплавах ультрамелкозернистая структура была сформирована комбинированным двухэтапным методом интенсивной пластической деформации, который включал многократное абс-прессование и многоходовую прокатку в ручьевых валках с последующим отжигом [2]. Исследуемые образцы подвергались нагружению на ультразвуковой резонансной усталостной машине Shimadzu USF-2000 в режиме гигацикловой усталости при частоте циклических колебаний 20 кГц с коэффициентом асимметрии цикла $R = -1$ [1]. Выявлено, что образцы VT1-0 и Zr-1 мас.%Nb в ультрамелкозернистом состоянии показывают более высокие свойства к сопротивлению усталости как при многоцикловом, так и гигацикловом режимах нагружения. Установлено, что формирование ультрамелкозернистой структуры в VT1-0 и Zr-1 мас.%Nb приводит к увеличению предела усталости титана в 1,6 раза, а сплава циркония в 1,7 раза в гигацикловой области (10^9 циклов) по сравнению с мелкозернистым и крупнозернистым состояниями. Методами оптической и растровой электронной микроскопии проведен анализ морфологии поверхности разрушения. Дополнительно исследовали поверхностный рельеф изломов образцов VT1-0 и Zr-1 мас.%Nb в различных состояниях методами фрактального анализа с помощью профилометрии высокого разрешения (интерферометр-профилометр New View 5010) для определения характеристик коррелированного поведения многомасштабных дефектных структур, с которыми связано инициирование и рост трещины. Установлены количественные характеристики профиля поверхности разрушения, соответствующие характерным областям: очагу локализации поврежденности ("fish-eye") и зоне роста очага до размеров трещин, соответствующих кинетике Пэриса. Полученные значения масштабных инвариантов для характерных областей и соответствующие им значения пространственных масштабов использовались для интерпретации кинетики роста переходных режимов от кинетики «малых трещин» к кинетике «трещин Пэриса».

Работа выполнена в рамках Программ фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2017-2020 годы, Программа III.23.2.

1. Oborin V.A., Bannikov M.V., Naimark O.B., Palin-Luc T. Scaling invariance of fatigue crack growth in gigacycle loading regime // Technical Physics Letter. 2010. Vol. 36. №. 11. P. 1061-1063.
2. Sharkeev Yu. P., Eroshenko A. Yu., Danilov V. I. and et. al. Microstructure and Mechanical Properties of Nanostructured and Ultrafine-Grained Titanium and the Zirconium Formed by the Method of Severe Plastic Deformation // Russian Physics Journal. 2014. Vol.56. P. 1156-1162.