

## **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: 10.17223/9785946218412/182

**ВЛИЯНИЕ ВОДОРОДА НА РАЗВИТИЕ ДЕФОРМАЦИИ В ТИТАНОВОМ СПЛАВЕ С ИЕРАРХИЧЕСКОЙ УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТОЙ СТРУКТУРОЙ В ИНТЕРВАЛЕ ТЕМПЕРАТУР 293-973 К**

<sup>1</sup>Грабовецкая Г.П., <sup>1</sup>Забудченко О.В., <sup>1</sup>Мишин И.П., <sup>2</sup>Степанова Е.Н.

<sup>1</sup>*Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения РАН, Томск*

<sup>2</sup>*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск*  
*grabg@ispms.tsc.ru*

Эффективным способом повышения стабильности структуры и механических свойств материалов, в том числе и сплавов титана, является формирование в них в процессе интенсивной пластической деформации (ИПД) ультрамелкозернистой (УМЗ) иерархически организованной внутренней структуры, которая обеспечивает требуемое сочетание свойств за счет наличия двух и/или нескольких структурных элементов (или фаз) разной дисперсности. Однако уменьшение размера зерен приводит к росту поглощения водорода сплавами титана. Водород в зависимости от концентрации и температуры может оказывать на эти сплавы охрупчивающее или пластифицирующее влияние.

Целью данной работы является исследование влияния присутствия водорода в твердом растворе на деформационное поведение в интервале температур 293-973 К УМЗ титанового сплава системы Ti-Al-V-Mo с иерархически организованной внутренней структурой.

В качестве материала для исследования использовали промышленный ( $\alpha+\beta$ ) титановый сплав марки ВТ16 с содержанием водорода 0,003 мас. % (далее сплав ВТ16) и 0,3 мас.% (далее сплав ВТ16-Н). Ультрамелкозернистая структура в обоих сплавах была сформирована методом прессования со сменой оси деформации. Было проведено два цикла прессования со скоростью  $\sim 10^{-3} \text{ с}^{-1}$  при температурах 1023 и 923 К. Один цикл состоял из трех прессований. Деформация за одно прессование составляла  $\sim 50\%$ .

Установлено, что в результате прессования в сплавах ВТ16 и ВТ16-Н формируется однородная ( $\alpha+\beta$ ) зеренно-субзеренная УМЗ структура со средним размером элементов 0,45 и 0,44 мкм соответственно. При этом в обоих сплавах примерно в 1/3 элементов наблюдается пластинчатая структура с поперечным размером пластин 10-30 нм. Содержание  $\beta$ -фазы после прессования в сплаве ВТ16 увеличилось с 22 до 34 об.%, а в сплаве ВТ16-Н – до 54 об.%.

Присутствие водорода в твердом растворе в УМЗ сплаве ВТ16-Н в количестве  $\sim 0.3$  мас. % в процессе растяжения в интервале температур (293-573 К) подавляет развитие локализации пластической деформации на макроуровне, что приводит к повышению его однородной деформации и общей деформации до разрушения по сравнению с УМЗ сплавом ВТ16. В интервале более высоких температур (773-973 К) присутствие водорода снижает устойчивость УМЗ сплава ВТ16-Н к локализации пластической деформации на макроуровне и величину деформации до разрушения. При этом наблюдается повышение температуры перехода УМЗ сплава ВТ16-Н в сверхпластическое состояние и уменьшение температурного интервала проявления его сверхпластических свойств по сравнению с УМЗ сплавом ВТ16.

В процессе растяжения при температурах выше 773 К в УМЗ сплавах ВТ16 и ВТ16-Н имеет место фазовое превращение  $\beta \rightarrow \alpha$  и диффузионное перераспределение легирующих элементов. Объемная доля  $\beta$ -фазы в образцах обоих сплавов после растяжения при температурах 873 и 973 К колеблется в пределах 25-23 об.%, а параметр ее решетки уменьшается до 0,3248-0,3245 нм.

Показано, что такие процессы, как фазовое превращение  $\beta \rightarrow \alpha$ , диффузионное перераспределение легирующих элементов, а также дегазация водорода из сплава при растяжении активизируют развитие основного механизма сверхпластической деформации – зернограничного скольжения, в то время как присутствие водорода подавляет его развитие.

Работа выполнена в рамках Проектов фундаментальных научных исследований ГАН, направление III.23.