

# **ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

## **МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

**«Физическая мезомеханика.  
Материалы с многоуровневой иерархически  
организованной структурой и интеллектуальные  
производственные технологии»,**

посвященная 90-летию со дня рождения  
основателя и первого директора ИФПМ СО РАН  
**академика Виктора Евгеньевича Панина**

в рамках  
**Международного междисциплинарного симпозиума  
«Иерархические материалы: разработка и приложения  
для новых технологий и надежных конструкций»**

**5–9 октября 2020 года  
Томск, Россия**

Томск  
Издательство ТГУ  
2020

DOI: 10.17223/9785946219242/114

**МОЛЕКУЛЯРНО-ДИНАМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГРАНИЦ РАЗДЕЛА МЕЖДУ ФАЗАМИ  $\alpha$ -Ti И  $\beta$ -Ti НА РАЗВИТИЕ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ ПРИ СКРЕТЧ-ТЕСТИРОВАНИИ**

<sup>1</sup>Дмитриев А.И., <sup>1,2</sup>Никонов А.Ю., <sup>1</sup>Шугуров А.Р.

<sup>1</sup>Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

<sup>2</sup>НИ Томский государственный университет, Томск

Титан и титановые сплавы обладают уникальным сочетанием ряда свойств, что делает их незаменимыми материалами для использования в различных отраслях современной промышленности. В то же время их применение на сегодняшний день ограничено высокой стоимостью производства получаемых изделий традиционными методами, что вызывает необходимость поиска новых технологий, как например, активно развивающиеся аддитивные технологии (АТ). Однако применение АТ для изготовления деталей из металлических материалов встречает ряд проблем, связанных с наличием в них внутренних дефектов, пористости и неоднородности микроструктуры. Тепловое воздействие на поверхность металлического образца, сопровождающееся сверхвысокими скоростями нагрева, позволяет сформировать в поверхностном слое аморфную, нано- или субмикроструктурную структуру. Этот процесс может сопровождаться перераспределением легирующих элементов, приводящим к гомогенизации фазового состава изделий, либо к появлению новых метастабильных фаз и соединений, которые при обычных методах термообработки материалов образоваться не могут. Послойное формирование изделий обуславливает возникновение в них особой микроструктуры и появление анизотропии механических свойств, что оказывает существенное влияние на характер развития деформации и разрушения таких материалов. При этом варьирование технологических параметров обуславливает большой интервал изменения количественного соотношения различных фаз, а также широкий диапазон размеров и формы элементов микроструктуры.

В случае титановых сплавов, содержащих смешанную  $\alpha+\beta$  структуру, существенное влияние на их механическое и трибологическое поведение оказывают объемная доля и распределение  $\beta$ -фазы. Для повышения механических и трибологических характеристик данных сплавов необходимо изучение механизмов влияния структуры на их свойства. Особый интерес представляет исследование зарождения дефектов и пластического отгеснения материала при нагружении отдельных структурных элементов поликристалла, содержащих различные фазы. Эти процессы, развивающиеся при нагружении на микро- и наномасштабном уровнях в значительной степени определяют механическое поведение материала в целом.

Эффективным методом, позволяющим исследовать механизмы зарождения дефектов, развития локального массопереноса и локализации деформации твердых тел на различных масштабах, является царапание (скретч-тестирование) образца путем латерального перемещения жесткого индентора. При скретч-тестировании к образцу прикладывается не только нормальная, но и тангенциальная нагрузка, вследствие чего напряженно-деформированное состояние материала в области контакта является еще более сложным. В настоящей работе с использованием метода молекулярной динамики проведен анализ структурных перестроек в объеме образца  $\alpha$ -Ti, содержащего включение  $\beta$ -Ti вблизи области контакта свободной поверхности с индентором в условиях скретч-тестирования. Определен характер влияния границ раздела между фазами  $\alpha$ -Ti и  $\beta$ -Ti на закономерности зарождения и развития дефектов кристаллической решетки и локализации пластической деформации. Результаты компьютерного моделирования сопоставляются с имеющимися экспериментальными данными.

*Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ и Администрации Томской области в рамках научного проекта № 18-48-700009.*