

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения
Российской академии наук

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**Перспективные материалы
с иерархической структурой
для новых технологий
и надежных конструкций**

21 - 25 сентября 2015 г.

Томск, Россия

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДЕФОРМИРОВАНИЯ
И РАЗРУШЕНИЯ БИОИНЕРТНЫХ СПЛАВОВ
НА ОСНОВЕ ТИТАНА И ЦИРКОНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ
СТРУКТУРНЫХ СОСТОЯНИЯХ МЕТОДОМ ИНФРАКРАСНОЙ
ТЕРМОГРАФИИ И ФРАКТОГРАФИИ**

Шаркеев Ю.П.^{1,2}, Вавилов В.П.², Скрипняк В.А.³, Белявская О.А.¹,
Козулин А.А.³, Чулков А.О.², Сороколетов А.Ю.^{1,3}, Скрипняк В.В.³

¹Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия,

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия,

³Национальный исследовательский Томский государственный университет, Россия

sharkeev@ispms.tsc.ru

Открытие П.-И. Бранемарком явление остеоинтеграции выделило титан, как основной материал для имплантационной хирургии. Предпочтение по биосовместимости отдают сплавам, относящимся к группе «чистого» титана: технически чистый титан отечественных марок ВТ1-0, ВТ1-00 и зарубежные сплавы Grade-1-4. Невысокий уровень механических свойств титана сдерживает его применение в изделиях медицинского назначения.

С конца 1970-х годов активное развитие получили методы интенсивной пластической деформации (ИПД), основанные на измельчении зеренной структуры объемного материала путем пластической деформации без нарушения его сплошности и формирования в них наноструктурного (НС) или ультрамелкозернистого (УМЗ) состояния. Методы ИПД позволяют эффективным способом повышать физико-механические свойства материалов. Существенное отличие физико-механических свойств наноструктурированных материалов от обычных поликристаллических материалов связано с особенностями формирующейся структуры, что и определяет качество получаемой из этих материалов изделий. В связи с этим исследование механизмов разрушения НС и УМЗ титана, титановых и других сплавов с помощью структурно-чувствительных методов (внутреннее трение, диссипация энергии и др.) весьма актуально.

Высокая чувствительность современных инфракрасных (ИК) тепловизоров в сочетании с возможностью бесконтактного оперативного измерения температуры обусловили перспективность метода ИК-термографии для исследования процессов накопления дефектов структуры и развития повреждаемости при нагружении материалов различной природы.

Работа посвящена исследованию процесса деформирования и разрушения биоинертных сплавов титана и циркония (ВТ1-0 и Э110) в различных структурных состояниях, анализу различий термографических характеристик деформации и визуализации температурных полей

испытываемых образцов методом ИК-термографии с целью установления взаимосвязи структурных изменений, характеристик температурных полей и физико-механических свойств материалов, использования в дальнейшем при разработке метода неразрушающего тестирования и идентификации структуры сплавов, обеспечивающей требуемый для медицинских изделий уровень прочностных характеристик. Механические испытания были выполнены по схеме одноосного растяжения плоских образцов. Эволюция температурного поля образцов фиксировалась в ходе растяжения измерительной тепловизионной системой FLIR SC 7700M, модифицированной для исследования быстропротекающих тепловых процессов. Максимальная частота записи составляла 115 Гц при температурной чувствительности 20 мК и формате изображения 320X256.

Фрактографическое исследование методом растровой электронной микроскопии (РЭМ) изломов образцов титана и циркония в различных структурных состояниях было направлено на идентификацию особенностей наблюдаемого по ИК - термограммам распределения температуры в очаге деформации и разрушения.

Результаты исследования подтверждают перспективность использования двухэтапного метода ИПД, включающего авс-прессование и многоходовую прокатку, для формирования в заготовках сплавов ВТ1-0 и Э110 УМЗ структуры, характеризующейся значительно более высоким уровнем механических характеристик. Разрушение образцов обоих исследуемых материалов развивается вязким образом. Полученные ИК - термограммы свидетельствуют о формировании неоднородного поля температуры в объёме растягиваемых образцов, обусловленного развитием локализации пластического течения. Наибольшее повышение температуры регистрировалось в областях, прилегающих к границам образующейся трещины. В рассмотренных условиях нагружения приращение температуры в очаге разрушения образцов УМЗ ВТ1-0 и Э110 различно по сравнению с образцами этих материалов в КК состоянии.

Полученные результаты согласуются с результатами, свидетельствующими, что измельчение зеренной структуры приводит к существенному росту механических характеристик титана и в меньшей степени к росту механических характеристик сплава Э110. УМЗ структура материалов влияет на ее способность к поглощению приложенной энергии. УМЗ титан эффективнее накапливает энергию при пластическом деформировании, чем КК титан, что свидетельствует о способности титана в УМЗ состоянии более эффективно задействовать структурный канал поглощения энергии при его деформировании, вовлекая в этот процесс весь деформируемый объем. Структура образцов, отличающихся распределением температур в процессе ИК-термографической визуализации разрушения, характеризуется и особенностями, фиксируемыми методом РЭМ-фрактографии.