

РЭМ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ РАЗРУШЕНИЯ ДЕФОРМИРОВАННЫХ ОБРАЗЦОВ ТИТАН-НИОБИЕВОГО СПЛАВА В РАЗЛИЧНЫХ СТРУКТУРНЫХ СОСТОЯНИЯХ

Е.С. ОРЛОВА¹, О.А. БЕЛЯВСКАЯ², А.Ю. ЕРОШЕНКО²

¹Томский политехнический университет

²Институт физики прочности и материаловедения СО РАН

E-mail: Orles24@mail.ru

К материалам, используемым в имплантологии в качестве костных имплантатов (ортопедических, челюстно-лицевых, дентальных), предъявляются высокие требования. Они должны быть совместимы с костной тканью по биомеханическим и биохимическим свойствам. Ведется поиск биоинертных металлов и сплавов для создания костных имплантатов с высокими эксплуатационными свойствами. С целью повышения прочностных характеристик биоинертных металлов/сплавов с 70-х годов прошлого столетия для создания в объеме материала ультрамелкозернистого состояния (УМЗ) активно применяется наноструктурирование методами интенсивной пластической деформации. Существенное отличие физико-механических свойств наноструктурированных металлов/сплавов от обычных поликристаллических (КК) металлов/сплавов связано с особенностями получаемой структуры. В связи с этим исследованию механизмов разрушения наноструктурированных сплавов уделяется значительное внимание. Метод растровой электронной микроскопии (РЭМ) основан на зондировании поверхности изучаемого образца электронным зондом - тонко сфокусированным (диаметром до 5-10 нм) пучком электронов. Пучок электронов совершает возвратно-поступательное движение по линии или разворачивается в совокупность близко расположенных параллельных линий, вдоль которых пучок электронов обегает выбранный для исследования участок поверхности. Основная область применения РЭМа — анализ рельефа поверхности, в особенности изломов (фрактография). Преимущества РЭМ по сравнению с другими микроскопами здесь наиболее заметны. В связи с тем, что изображение обычно формируется с помощью вторичных электронов, зона выхода которых ограничена малой областью вокруг места падения зонда, достигается высокая разрешающая способность. Это позволяет исследовать мельчайшие детали рельефа поверхности. РЭМ обеспечивает также большую резкость в сочетании с наглядностью изображения, что дает возможность исследовать объекты с сильно развитой поверхностью.

Подготовка образцов для исследования с помощью РЭМ не вызывает трудностей. Основное требование к образцу - соответствие его размеров размерам камеры для образцов в приборе. Необходимо также, чтобы поверхность, предназначенная для исследования, была чистой. Очистку образцов от загрязнений осуществляют с помощью различных растворителей в ультразвуковой камере в сочетании с осторожной механической очисткой.

Работа посвящена исследованию поверхностей разрушения образцов, деформированных при растяжении с постоянной скоростью деформации $0,01 \text{ с}^{-1}$, биоинертного сплава Ti -45 мас. % Nb в различных структурных состояниях, полученных отжигами УМЗ образцов этого сплава при различных температурах, рисунок 1. Исследование выполнено на микроскопе SEM 515 Philips с приставкой для энергодисперсионного анализа в ТРЦКП ТГУ, г. Томск.

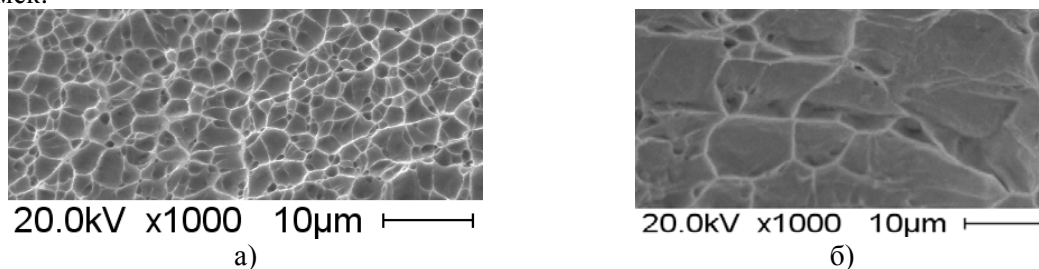


Рисунок 1 - Микрорельеф поверхности изломов титан-ниобиевого сплава образцов: а) в УМЗ состоянии; б) отожжённых при 800°C

Установлены структурные характеристики поверхностей изломов образцов сплава Ti -45 мас. % Nb в различных структурных состояниях в сопоставлении с данными, полученными ранее для сплавов титана и циркония [1]. Энергодисперсионным анализом исследованы образцы из одной группы структурного состояния, отличающиеся низкими прочностными характеристиками. Элементный микроанализ обнаружил включения, инородные по своему составу основному составу сплава, рисунок 2.

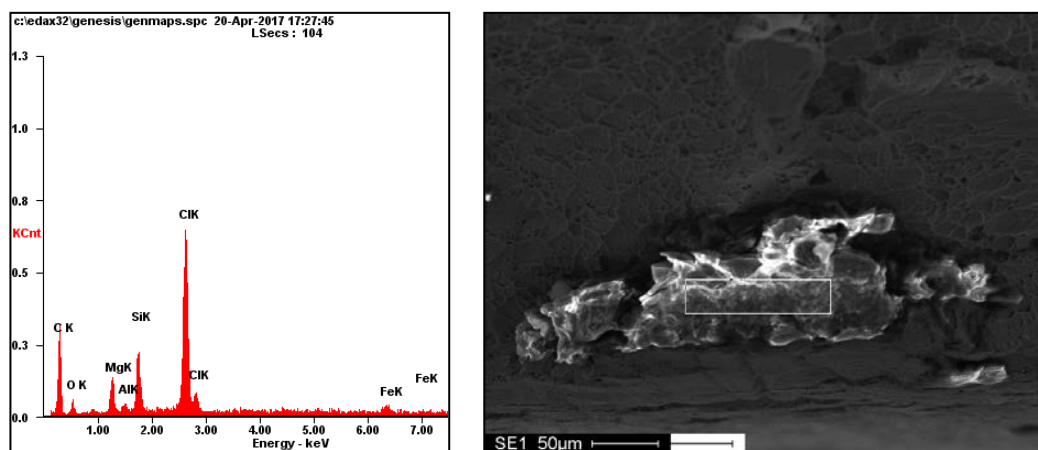


Рисунок 2 - Результаты элементного микроанализа (слева) и область, подвергнутая элементному микроанализу (выделено белым квадратом) микроструктуры образца

Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы, проект Президиума РАН программа 35.

Авторы благодарят Шаркеева Ю.П., Скрипняка В.А., Вавилова В.П. за организацию выполнения совместных исследований и обсуждение результатов работы.

Список литературы

1. Шаркеев Ю.П., Вавилов В.П., Скрипняк В.А., Белявская О.А., Козулин А.А., Чулков А.О., Сороколетов А.Ю., Скрипняк В.В. Исследование процесса деформирования и разрушения биоинертных сплавов на основе титана и циркония в различных структурных состояниях методом инфракрасной термографии и фрактографии //Тезисы докладов Международной конференции «Перспективные материалы с иерархической структурой для новых технологий и надежных конструкций» (21 – 25 сентября 2015 г., Томск) С.582-583