

М.Г. ИСАЕНКОВА¹, О.А. КРЫМСКАЯ¹, В.А. ФЕСЕНКО¹, М.И. ПЕТРОВ¹, И.В. КОЗЛОВ^{1,2}

¹Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия

²Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Москва, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИФРАКЦИИ НЕЙТРОНОВ И СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА КРИСТАЛЛОГРАФИЧЕСКОЙ ТЕКСТУРЫ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

В работе рассмотрены вопросы обработки дебаевских колец, полученных при дифракции нейтронов и синхротронного излучения, для построения обобщенных прямых полюсных фигур. Использование нейтронного пучка или синхротронного излучения и 2D-детектора существенно упрощает анализ кристаллографической текстуры и описание субструктурного состояния как деформированных, так и отожженных поликристаллических материалов. Показано, что неоднородность субструктуры деформированного материала предопределяет развитие её совершенствования на стадии полигонизации, рекристаллизации и фазовых превращений.

M.G. ISAENKOVA¹, O.A. KRYMSKAYA¹, V.A. FESENKO¹, M.I. PETROV¹, I.V. KOZLOV^{1,2}

¹National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute), Moscow, Russia

²National Research Centre "Kurchatov Institute", Moscow, Russia

USING DIFFRACTION OF NEUTRONS AND SYNCHROTRON RADIATION TO ANALYZE THE CRYSTALLOGRAPHIC TEXTURE OF POLYCRYSTALLINE MATERIALS

The paper examines the issues of processing Debye rings obtained from diffraction of neutrons and synchrotron radiation to construct generalized direct pole figures. The use of a neutron beam or synchrotron radiation and a 2D detector greatly simplifies the analysis of the crystallographic texture and the description of the substructural state of both deformed and annealed polycrystalline materials. It is shown that the heterogeneity of the substructure of a deformed material predetermines the development of its improvement at the stage of polygonization, recrystallization and phase transformations.

Кристаллографическая текстура определяет анизотропию циркониевых сплавов и является чувствительным индикатором всех процессов, протекающих в материалах при пластической деформации, термообработке и эксплуатации. В настоящее время развитие методов растровой электронной микроскопии (РЭМ), а также дифракции нейтронов (ДН) и синхротронного излучения (СИ) позволяют существенно упростить трудоемкую процедуру текстурного анализа с использованием традиционного рентгеновского метода (РМ), основанного на результатах съемки образца «на отражение». Описанные методы позволяют исследовать разные объемы материала, находящиеся либо в поверхностном слое толщиной 0,1 мкм (РЭМ) или 10-20 мкм (РМ), либо на глубине 150 мкм (СИ) и более 4 мм (ДН). Сопоставление разных данных позволяет не только обнаружить различия, но и установить закономерности развития текстуры в результате различных процессов, протекающих при повышении температуры отжига в разных объемах деформированного материала [1-2].

Основным конструкционным материалом тепловых ядерных реакторов является цирконий, который обладает низким сечением захвата нейтронов, высокими механическими и коррозионными свойствами. Гексагональная структура α -Zr, являющаяся главной фазой всех промышленных циркониевых сплавов, определяет анизотропию их свойств и значимость корректной оценки её кристаллографической текстуры. Данная работа посвящена развитию методов количественного рентгеновского анализа текстуры деформированных и отожженных труб и листов из циркониевых сплавов разного состава российского производства при использовании нейтронного пучка и синхротронного излучения и сопоставлению полученных данных с результатами традиционного рентгеновского метода текстурного анализа и электронной микроскопии (EBSD-метод). Изменение геометрии съемки на нейтронном пучке позволило также построить обобщенные прямые полюсные фигуры для канальных труб из сплава Э125, характеризующие пространственное распределение искаженности кристаллической структуры зерен разной ориентации.

Список литературы

1. Isaenkova M.G., Krymskaya O.A., Klyukova K.E. et al., // Letters on Materials **13**(4), 341 (2023).
2. Isaenkova M., Krymskaya O., Klyukova K. et al., // Metals **13**(10), 1784 (2023).