

М.Г. ИСАЕНКОВА\*, О.А. КРЫМСКАЯ, К.Е. КЛЮКОВА,  
А.В. БОГОМОЛОВА, И.В. КОЗЛОВ, В.А. ФЕСЕНКО  
*Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, Москва*  
\*e-mail: [MGIsaenkova@mephi.ru](mailto:MGIsaenkova@mephi.ru)

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА СТРУКТУРЫ И ТЕКСТУРЫ ЦИРКОНИЕВЫХ СПЛАВОВ**

По данным синхротронных и электронно-микроскопических исследований деформированных и отожженных российских циркониевых сплавов продемонстрирована возможность анализа структурно-фазового состояния и кристаллографической текстуры отдельных фаз [1]. Проведён качественный и количественный фазовый анализ деформированных и отожженных труб из сплавов Zr-Nb-(Sn-Fe-O) по дифракционным спектрам, полученным на синхротронном излучении. Наряду с основной фазой  $\alpha$ -Zr в сплавах обнаружены дополнительные следующие фазы:  $\beta$ -Nb,  $\beta$ -Zr и фаза Лавеса (интерметаллид  $(Zr,Nb)Fe_2$ ). По результатам текстурного анализа  $\alpha$ -фазы и фаз, присутствующих в сплаве в малом количестве (менее 2 мас. %) установлены механизмы пластической деформации многофазных сплавов, а также механизмы рекристаллизации и фазовых превращений (ФП) основной и дополнительных фаз. Показано, что при пластической деформации сплава Zr-1%Nb наблюдается динамическое ФП  $\beta$ -Nb $\rightarrow\alpha$ -Zr $\rightarrow\beta$ -Zr, в результате которого в ОЦК-фазе изменяется содержание ниобия от 90 до 20% и наблюдается формирование текстуры ФП. Установлено, что при рекристаллизации более крупные зерна  $\alpha$ -Zr ориентированы относительно деформированной матрицы поворотом призматических нормалей вокруг базисных на  $30^\circ$ , а мелкие зерна совершенствуются путем полигонизации с сохранением ориентации деформированной матрицы. Обнаружено, что в результате рекристаллизации  $\beta$ -Zr, характеризующейся текстурой ФП, формируется основная текстурная компонента  $\{110\}<001>$ , характерная для рекристаллизации ОЦК-металлов и усиливающаяся дополнительно с повышением температуры отжига до  $600^\circ\text{C}$ , дополнительными слабыми текстурными компонентами являются  $\{110\}<110>$ ,  $\{001\}<110>$ . Установлено, что  $\beta$ -Nb фаза приобретает преимущественную ориентацию, соответствующую ФП в  $\alpha$ -матрице, в результате отжига сплава Э110 при температуре  $480^\circ\text{C} - 3$  ч. С повышением температуры отжига выше  $500^\circ\text{C}$   $\beta$ -Nb фаза характеризуется текстурой рекристаллизации, аналогичной описанной для  $\beta$ -Zr фазы. Показано, что количество и структура интерметаллидной фазы сохраняются как в деформированных сплавах Zr-Nb-(Sn-Fe-O), так и при повышении температуры отжига до  $640^\circ\text{C}$ .

1. Isaenkova M.G. et al. // Letters on Materials, 2023, 13 (in print)