

УДК 537.533.35, 54-162.2, 538.911, 539.53, 621.833.2

СТРУКТУРА МИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО БЕРИЛЛИЯ ПО ДАННЫМ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ

Андрей Васильевич Серёгин

Студент 4 курса

Кафедра «Материаловедение»

Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана

Научный руководитель: Жигалина О.М.

*доктор физико-математических наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории
электронной микроскопии ИК РАН*

Использование бериллия в оборонном комплексе, космических технологиях, а также в других важных областях техники и науки связано с его уникальными свойствами. Из бериллиевой продукции высоким спросом пользуются окна из бериллиевой фольги, которые необходимы для производства устройств рентгеновской техники. Предназначение подобных материалов – пропускать через себя и преломлять рентгеновское излучение, аналогично оптическим стеклам в оптике видимого диапазона [1]. В этой области бериллий незаменим, так как практически прозрачен для рентгеновского излучения, вместе с тем он обладает достаточно высокой коррозионной стойкостью. В данной работе методами электронной микроскопии, дифракции электронов и энергодисперсионного анализа исследована структура микрокристаллического бериллия, полученного по специально разработанной уникальной технологии в АО «ВНИИ НМ» [2].

Показано, что после многоступенчатой высокотемпературной термомеханической обработки (ТМО) тонкие фольги, полученные из нанокристаллического бериллия, имеют следующие структурные особенности:

- основной фазовый состав: бериллий с гексагональной решёткой, включения оксида BeO с тетрагональной и гексагональной решёткой;
- минимальный средний размер зёрен бериллия составляет 352 нм (рис. 1) и обеспечивается режимом ТМО, включающим компактирование при 800 °С, горячую прокатку при 800 °С, тёплую прокатку при 520 °С; по-видимому, заключительная стадия деформации (тёплая прокатка) приводит к дополнительному измельчению зёрен бериллия и включений BeO, а относительно невысокая температура не позволяет стимулировать рост зёрен;
- размер большинства включений BeO составляет 20...60 нм, они располагаются по границам зёрен бериллия и в их теле (рис. 2), существенно тормозя миграцию в процессе ТМО;
- во всех исследованных образцах фольг в зёрнах бериллия наблюдается повышенная плотность дислокаций, а в частицах оксида BeO – дефекты кристаллического строения, которые образуются в процессе ТМО;

Таким образом, в случае образцов с субмикронным размером кристаллитов, полученных из нанокристаллического бериллия в процессе ТМО, сформировано стабильное структурное состояние, позволяющее получать бериллий с уникальными физико-механическими характеристиками, перспективный для производства тончайших вакуумплотных фольг.

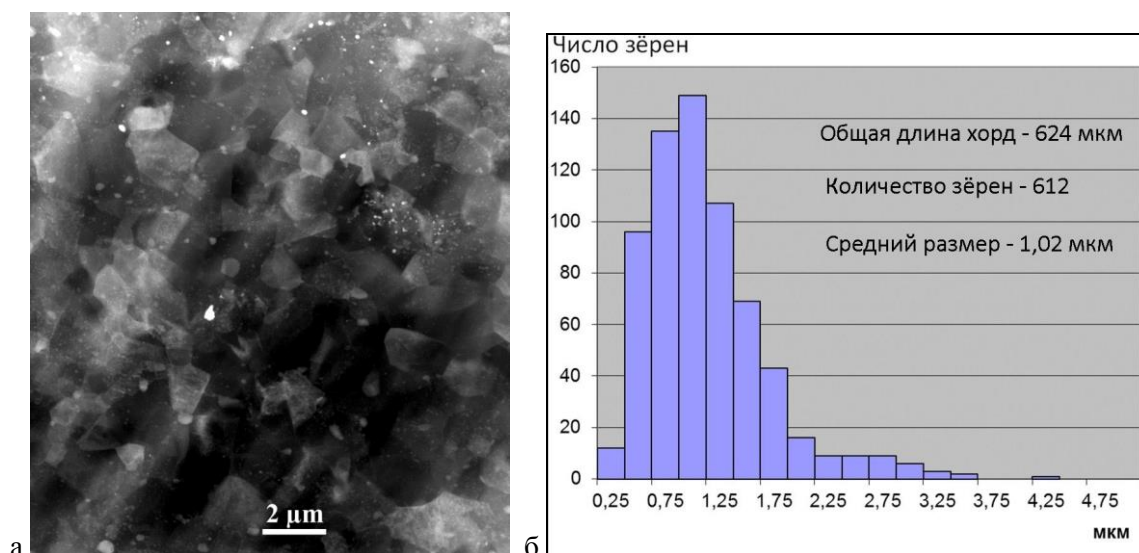


Рис.1. Микрофотография структуры (а) и соответствующая гистограмма распределения зёрен бериллия по размеру (б).

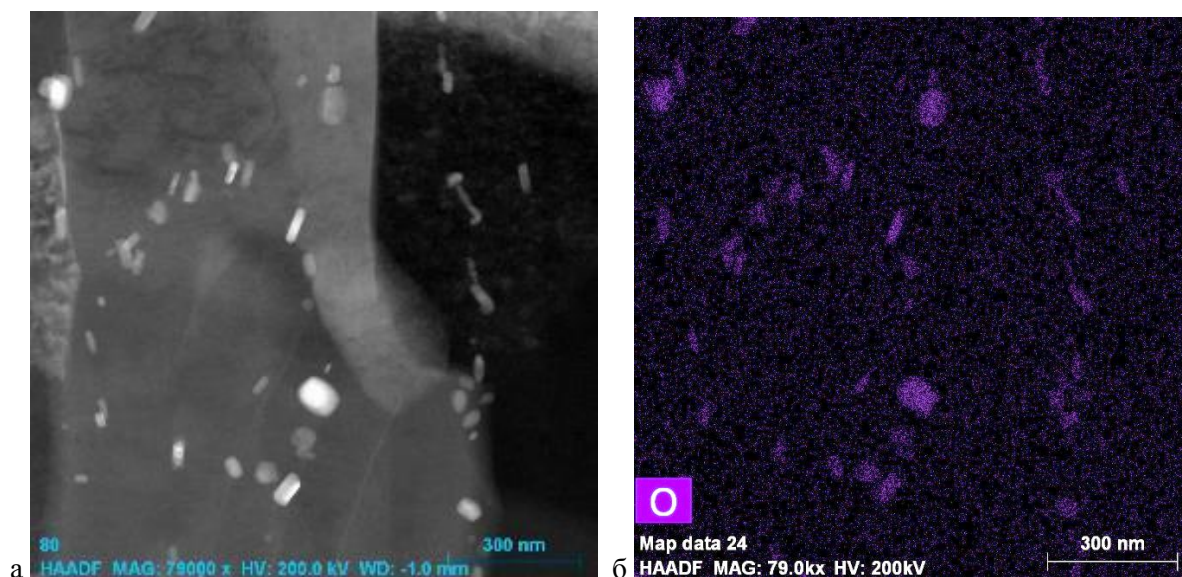


Рис.2. Увеличенное изображение частиц оксида бериллия (а) и соответствующая карта распределения кислорода (б).

Литература

1. Семёнов А.А., Забродин А.В., Горлевский В.В. и др. О критериях оценки нового класса функциональных материалов для рефракционной рентгеновской оптики. // Интеграл. — 2014 — №4. — вып. 77. — С. 28-31.
2. Семёнов А.А. Бериллиевые технологии АО «ВНИИНМ»: прошлое, настоящее, будущее. // Атомная энергия. — 2015 — т. 119. — вып. 5. — С. 255-259.