

пульсационных аппаратов для приготовления различных видов бетона.

Золоцементные композиции нами используются для закладочных смесей, отличающихся от бетонов различными физико-механическими характеристиками (прочностью, подвижностью и др.), а также условиями эксплуатации закладочных массивов, считаем актуальными вопросы исследования по применению песка пустой горной породы, отходов обработки мрамора, золы-унос, шлаки медеплавильного производства, портландцемент и суперпластификатор для получения закладочных смесей, используемых в подземных работах при добыче полезных ископаемых.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волженский А.В. Бетоны и изделия из шлаковых и зольных материалов/ А.В. Волженский, Ю.С. Буров, Б.Н. Виноградов, К.В. Гладких. М.: Стройиздат, 1969, стр.389-392.
2. Иванов И.А. Легкие бетоны на основе золы электростанций/ И.А. Иванов. М.: Стройиздат, 1986, стр.42-47.
3. Попов Н.А. О рациональных путях комплексного использования зол электростанций/ Н.А. Попов, И.А. Иванов Ж. М.: Строительные материалы, №8, 1963.
4. Шах Тахер Мухаммад. Золобетон с добавкой САФА/ Шах Тахер Мухаммад, И.К. Касимов, М.К. Тохиров Ж. Т.: Архитектура и строительство Узбекистана, 1984, №5.
5. Махамадалиев И.М. Бетоны на активированном вяжущем и с зольным наполнителем/ И.М. Махамадалиев. Т.: Автореферат диссертации канд.тех.наук, Ташкент, 1993.

УДК 541.138/546.56-121:539.2

А.Е. Рыскулов¹, А.Л. Козловский^{1,2}, С.Б. Кислицин²
(¹ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
²Институт ядерной физики, Алматы, Казахстан)

ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИАЦИОННОЙ СТОЙКОСТИ КЕРАМИК BeO

Благодаря малому значению сечения поглощения тепловых нейтронов и высокой химической и коррозионной стойкости и теплопроводности керамики на основе оксида бериллия (BeO) обладают большим потенциалом применения в качестве конструкционных материалов для ядерной и атомной

промышленности. Также керамики BeO применяют в качестве замедлителей и отражателей в высокотемпературных ядерных реакторах. Одним из важных требований к применению в ядерных реакторах является радиационная стойкость материалов к воздействию, как нейтронного излучения, так и осколков деления ядер урана. При этом наибольшее влияние на изменение структурных, проводящих и прочностных характеристик оказывают потоки нейтронов, способные привести к значительным изменениям физико-химических свойств материалов в процессе эксплуатации [1-3]. Накопление дозы выше 10^{11} - 10^{14} нейтрон/см² в ядерном реакторе занимает достаточно длительное время, при этом материалы после взаимодействия с нейтронами являются радиоактивными и требуют большого времени выдержки для снижения радиоактивности. Однако из-за малой доступности исследовательских реакторов и высокой остаточной радиоактивности, для моделирования эффектов облучения нейтронами и отслеживания динамики изменения физико-химических свойств используют ускорители тяжелых ионов. В свою очередь облучение тяжелыми ионами инициирует изменение свойств материала за счет образования каскадных дефектов и последующей быстрой диссипации энергии в приповерхностных областях материала, что приводит к структурным изменениям.

В связи с чем, представляет интерес изучение процессов моделирования радиационных дефектов при облучении тяжелыми ионами керамических материалов. Выбор ионов Ni¹²⁺ с энергией 100 МэВ позволяет моделировать воздействие излучения на глубину приповерхностного слоя более 10-12 мкм и создание радиационных дефектов, которое сравнимо с нейтронным воздействием на материал.

Исходные образцы представляли собой поликристаллические структуры на основе BeO, толщиной 15 мкм. Облучение проводилось на ускорителе тяжелых ионов ДЦ – 60 (Институт ядерной физики МЭ РК), ионами Ni¹²⁺ с энергией 100 МэВ, флюенс облучения составил 10^{13} - 10^{14} ион/см², что соответствует образованию областей перекрытия дефектов при взаимодействии ионов с кристаллической структурой. Максимальная длина пробега ионов Ni¹²⁺ составляет 12.7 ± 0.5 мкм, радиальное отклонение – 500 ± 0.50 нм, количество вакансий образующихся в результате взаимодействия – 11200 ± 100 вакансий/ион.

Исследование динамики изменения структурных свойств и основных кристаллографических характеристик до и после облучения проводилось методом рентгеноструктурного анализа на дифрактометре D8 ADVANCE ECO (Bruker, Германия) при

использовании излучения $\text{CuK}\alpha$. Для идентификации фаз и исследования кристаллической структуры использовалось программное обеспечение Bruker AXSDIFFRAC.EVA v.4.2 и международная база данных ICDD PDF-2.

На рисунке 1 представлена динамика изменения рентгеновских дифрактограмм до и после облучения. Согласно полученным данным, исходный образец представляет собой поликристаллическую структуру с гексагонального типа решеткой с параметрами решетки $a=2.671 \text{ \AA}$, $c=4.332 \text{ \AA}$.

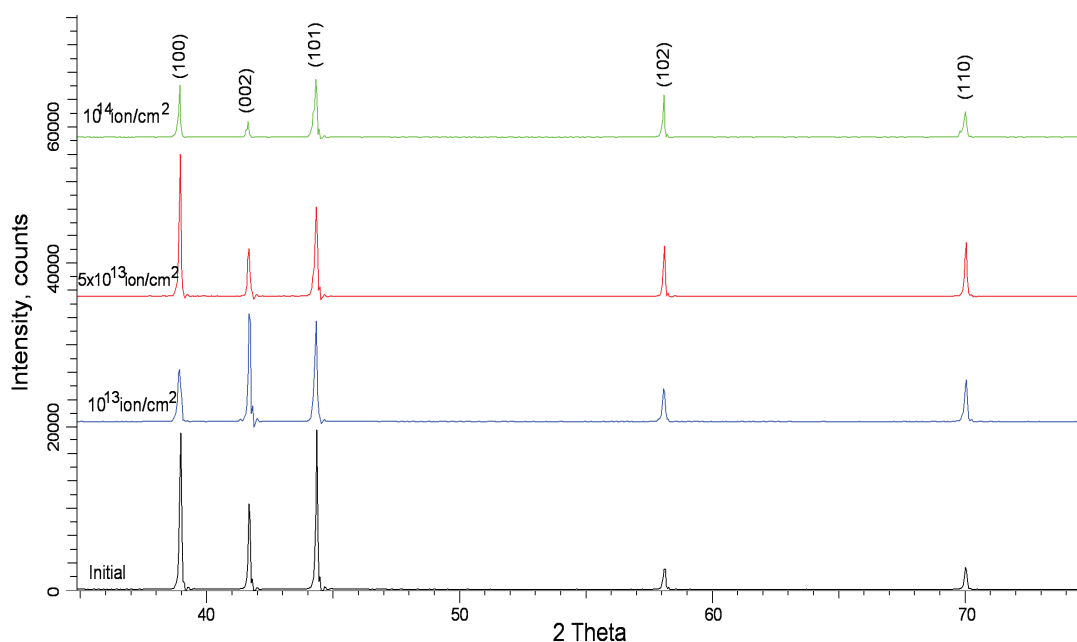


Рисунок 1. Рентгеновские дифрактограммы исследуемых образцов до и после облучения

Для облученных образцов наблюдается резкое изменение формы и интенсивности дифракционных максимумов, что свидетельствует о возникновении дополнительных микронапряжений и дефектов в структуре в результате облучения. Увеличение дозы облучения до 10^{14} ион/см² приводит к резкому снижению интенсивностей и уширению дифракционных линий, а также сильной асимметрии дифракционных линий и смещению максимумов в область малых углов, что свидетельствует об образовании в структуре дополнительных напряжений и деформаций в результате облучения.

Увеличение деформации кристаллической решетки приводит к изменению ее размеров и следовательно изменению плотности материала. Снижение плотности керамик под действием облучения обусловлено образованием в структуре областей разупорядоченности

вызванные миграцией дефектов и увеличением концентрации примесных фаз. При этом в результате облучения наблюдается уменьшение размеров кристаллитов, которое обусловлено процессами дробления и увеличение плотности дислокаций в структуре и следовательно снижению подвижности зерен, что приводит к существенному изменению оптических и проводящих характеристик керамик.

ЛИТЕРАТУРА

1. Snead L. L., Zinkle S. J., White D. P. Thermal conductivity degradation of ceramic materials due to low temperature, low dose neutron irradiation / Journal of Nuclear Materials. 2005. Vol. 340. №. 2-3. P. 187-202.
2. Sommer M., Freudenberg R., Henniger J. New aspects of a BeO-based optically stimulated luminescence dosimeter / Radiation Measurements. 2007. Vol. 42. №. 4-5. P. 617-620.
3. Sommer M., Jahn A., Henniger J. Beryllium oxide as optically stimulated luminescence dosimeter / Radiation Measurements. 2008. Vol. 43. №. 2-6. P. 353-356.

УДК 620.3

С.В. Сапожников, асп., В.В. Сафонов, проф., д-р техн. наук
(РГУ им. А.Н. Косыгина, Москва, Россия)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ПОЛУЧЕНИИ ИННОВАЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Внедрение принципиально новых высоких технологий и перспективных инновационных разработок во все сферы деятельности человека является характерной особенностью развития экономически развитых стран. В настоящее время ведущее место в современной науке занимают нанотехнологии. Они являются одним из приоритетных направлений развития научно-технического прогресса в мире. Активное развитие нанотехнологий способствует разработке и появлению новых научно-методических принципов, лежащих в основе создания, а также получения новейших текстильных и волокнистых материалов с измененной химической структурой.

Нанотехнологии позволяют создавать новые материалы с принципиально новыми свойствами (электропроводящие текстильные материалы), которые на сегодняшний день являются востребованными не только в военной промышленности, но и во многих отраслях мирной жизни; повышать на порядки интенсивности