

# ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ИЗОТОПНЫХ КЛАСТЕРОВ В ТВЕРДОМ ТЕЛЕ И ИХ ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ

Хорохорин<sup>1</sup> Д.М., Загузин<sup>2</sup> И.Ю., Юрьев<sup>2</sup> П.А., Леонтьева<sup>2</sup> Д.А.

Научный руководитель: Хан В.А., д.т.н.

<sup>1</sup>ФЯО «Горно-химический комбинат», Красноярский край, г.Железногорск, ул.Ленина, 53

<sup>2</sup>НИ Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: nt.centre@mail.ru

Основой всех используемых человечеством устройств и механизмов, в том числе в ядерных энергетических устройствах, является материаловедение [1]. На современном этапе материаловедение достигло высокого уровня развития. Скачок в материаловедении был совершен в связи с разработкой мезомеханического подхода анализа прочности твердых тел. Следующим прорывом в материаловедении может быть использование специально формируемых изотопных структур – изотопное материаловедение [2, 3]. Препятствием в этой области является высокая стоимость изотопной продукции. Поэтому несомненно актуальным является поиск методов формирования изотопных структур из соединений природного изотопного состава. Известны два класса твердых тел – стекла и кристаллы. Однокомпонентные стекла и монокристаллы являются простыми и достаточно однородными твердыми телами. В этом случае неоднородности, в основном, связаны с неизбежным структурным несовершенством твердых тел. Поликристаллические твердые тела могут состоять из нескольких отличных друг от друга достаточно однородных микрокристаллов, которые скреплены межкристаллическим веществом. При этом межкристаллическое вещество по своим свойствам и составу существенно отличается от каждого из имеющихся микрокристаллов. Также следует учесть, что каждая из фаз может иметь изотопный состав, который может отличаться от среднего по объему микрокристалла величине (природный изотопный состав химических элементов). При этом следует учесть, что из 92 стабильных элементов 21 являются моноизотопными.

Изотопы одного элемента незначительно отличаются по большинству физико-химических свойств. Однако, по эффективности взаимодействия с ионизирующим излучением [4] и скоростью протекания химических реакций во внешнем постоянном или переменном магнитном полях изотопы могут сильно различаться [5]. При этом в основе процессов формирования отдельных молекул и образования твердой фазы лежит одно и то же явление – образование ковалентных связей, даже в типичных кристаллах с ионной связью. Логично, что скорости формирования и разрушения ковалентных связей в твердых телах коррелированы. Поэтому можно предположить, что скорость разрушения твердых тел, протекающая одновременно с непрерывным восстановлением части разрушенных связей, будет зависеть как от изотопного состава, так их пространственного распределения.

Известно, что тяжелые изотопы одного химического элемента имеют большую энергию связи и меньший параметр кристаллической решетки, чем более легкие изотопы [6]. Это приводит к формированию изотопных кластеров в твердых телах, а также к изотопному разупорядочению в кристаллах. В природных минералах обнаружены кластеры тяжелых изотопов, в которых тяжелые изотопы кислорода и углерода присутствуют одновременно [7].

В докладе анализируются возможности и перспективы метода формирования изотопных кластеров заданного размера из материалов природного изотопного состава с помощью внешнего постоянного магнитного поля. Приводятся количественные характеристики возможных изменений материаловедческих параметров твердых тел, содержащих два изотопа.

Исследования финансировались в рамках гранта РФФИ №16-08-00246.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Физическое материаловедение: Учебник для вузов: В 6 т. /Под общей ред. Б.А. Калина. – М.: МИФИ, 2008.
2. Haller E.E. Isotopically engineered semiconductors // *Applied Physics Reviews* **77** (7), 1 April 1995.
3. Berezin, A.A., Isotopicity: implications and applications // *Interdisciplinary Science Reviews*, 17 (1), pp. 74-80, 1992.
4. Радиационный захват нейтронов: Справочник / Т. С. Беланова, А. В. Игнатюк, А. Б. Пашенко, В. И. Пляскин. — М.: Энергоатомиздат, 1986. — 248 с.
5. Бучаченко А.Л. Магнитный изотопный эффект в пластичности диамагнитных кристаллов // *Письма в ЖЭТФ*, 2006, Т.84, Вып.9, С.590-591.
6. Магомедов М.Н. О возможности создания нового вида фуллереновых структур путем изотопного замещения углерода // *Письма о материалах* т. 4 №1 (2014) 22-24.
7. Whiticar M. J., Suess E. The cold carbonate connection between Mono Lake, California and the Bransfield Strait, Antarctica // *Aquatic Geochem.* 1998. Vol. 4. P. 429—454.