

ОТБОР ПРОБ НАНОПОРОШКА ИЗ ОЧАГА ЛАЗЕРНОГО ПРОБОЯ

Туксов И. В.¹, Хорохорин Д. М.^{1,2}, Лукин А. В.¹

Научный руководитель: Мышкин В.Ф.¹, д.ф.-м.н., профессор

¹Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

²ФГУП «Горно-химический комбинат», 660049, г. Железногорск, ул. Ленина, 53

E-mail: whirlpool94@yandex.ru

Известно, что как при криогенных, так и комнатных температурах моноизотопные кристаллы имеют большую теплопроводность, чем кристаллы, содержащие более 5% примесного изотопа. Значительное отличие теплопроводности объясняют наличием в кристаллах термодинамически равновесных кластеров примесных изотопов [1, 2], которые влияют на теплопроводность [3], теплоемкость [4], скорость перемещения дислокаций, определяющей пластичность [6], коэффициент упругости [5] кристаллов.

В настоящее время материаловедение достигло такого высокого уровня, при котором замедляется его дальнейшее совершенствование. Толчок для развития материаловедения может дать использование специально формируемых смесей изотопов. Одно из направлений использования изотопов в материаловедении - формирование термодинамически неравновесных кластеров изотопов в твердых телах (ТТ), имеющих природное соотношение изотопов. Поэтому актуальны исследования, связанные с формированием в твердых телах заранее заданного распределения стабильных изотопов.

Ранее нами показано, что плазменные процессы, протекающие во внешнем постоянном магнитном поле 70 мТл селективны по изотопам. Наблюдается магнитный изотопный эффект, который индуцируется постоянными магнитными полями и связан со спиновой селективностью радикальных реакций, находящихся в магнитном поле [7, 8].

Нами также экспериментально показано, что при конденсации из плазменного потока в магнитном поле диапазон размеров наночастиц Zn изменяется с 40-150 нм (в магнитном поле Земли) на 10-190 нм (в поле 44-76 мТл). При конденсации паров Cu из низкотемпературной плазмы в магнитном поле 30 мТл сужается распределение частиц по размерам, относительно его значения без поля. Эти данные о размерах частиц получены в плазменном потоке методом спектральной прозрачности путем просвечивания излучением широкого спектра.

Не представляется возможным проведение изотопного анализа наночастиц безотборным методом. Поэтому необходимы устройства для улавливания наночастиц, образующихся во внешнем постоянном магнитном поле при лазерной абляции твердых тел сырья природного изотопного состава. Цель исследования – испытание электрофильтра для улавливания наночастиц для изотопного анализа.

В докладе приводятся новые данные испытаний миниатюрного устройства для отбора проб наночастиц. Основу устройства составляла тонкостенная труба из фторопласта диаметром 14 мм и высотой 36 мм. Трубу устанавливали на расстоянии ~1 см от мишени, а лазерный пучок проецировали по оси трубы. В трубу со стороны мишени тангенциально подавали аргон, что способствовало затягиванию наночастиц в электрофильтр.

Положительный электрод заземляли для обеспечения безопасности. Проводилась оптимизация конструкции электродов. Для получения наночастиц пластину из прессованного Al_2O_3 облучали импульсами неодимового лазера. Сравнивали количество порошка, осаждаемого на фильтре при одинаковом количестве импульсов. В дальнейшем порошок сбивали с фильтра в ультразвуковой ванне. О количестве улавливаемого порошка судили по оптической плотности взвеси, определяемой на длине волны 0,63 мкм. Выбрана конструкция проволочных электродов, обеспечивающей осаждение большего количества наночастиц.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клочихин А.А., Давыдов В.Ю., Сеель Е.Р. // ФТТ, 49(1) 43-51 (2007).
2. Frank O., Kavan L., Kalbac M. // Nanoscale, 6(12) 6363-6370 (2014).
3. Жернов А.П. // ФТТ, 40(10) 1829-183 (1998).
4. Berman R., Bounds C. L., Rogers S.J. // Proc. R. Soc. Lond. A, 289, 66-80 (1965).
5. Clerc Daryl G., Ledbetter Hassel // Computational Condensed Matter 2017, 1-9.
6. Бучаченко А.Л. // Письма в ЖЭТФ, 84(9) 590-591.
7. Turro N.J. / Proceed. NAS of USA, 80(2) 609-662 (1983).
8. Зельдович Я.Б., Бучаченко Ф.Л., Франкевич Е.Л. // УФН 155(1) 3-45 (1988).