

КУРЧАТОВСКИЙ
ИНСТИТУТ



ДЛЯ СТРАНЫ
И МИРА

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»
Петербургский институт ядерной физики им. Б. П. Константинова
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»

**III Школа ПИЯФ
и Молодежная конференция
по физике
конденсированного состояния**

12–17 марта 2018. Санкт-Петербург



**Сборник тезисов
и список участников**

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»

Петербургский институт ядерной физики им. Б. П. Константинова
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»

**ЛII Школа ПИЯФ
и Молодежная конференция
по физике конденсированного состояния**

ФКС-2018

12–17 марта 2018 г., Санкт-Петербург

**Сборник тезисов
и список участников**

В данном выпуске представлены аннотации докладов и состав участников ЛII Школы ПИЯФ и Молодежной конференции по физике конденсированного состояния (ФКС-2018), 12–17 марта 2018 г., Санкт-Петербург.

This edition presents abstracts of the reports and the contact information of the participants of the LII PNPI School and Youth Conference on condensed state physics (CSP-2018). (12–17 of March, 2018, Saint Petersburg.)

Проведению Школы и Молодежной конференции оказали поддержку:

Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»

**Петербургский институт ядерной физики им. Б. П. Константинова
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»**

Мероприятие проводится при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 18-32-10004 «Организация секции Школы молодых ученых „Молодежная конференция ФКС-2018“ в рамках ЛII Школы ПИЯФ по физике конденсированного состояния».

Сборник подготовили Н. Н. Губанова, Е. С. Лихолетова, Д. О. Сканченко

Примечание: материалы напечатаны в авторской редакции.

Облучение нанопорошка алюминия синхротронным излучением

А. В. Мостовщиков¹, Б. Г. Гольденберг², А. П. Ильин¹

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия
²Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, Новосибирск, Россия

Известно, что нанопорошки металлов при высокоэнергетических воздействиях существенно изменяют свои физико-химические свойства [1, 2]. В работе исследовано влияние синхротронного излучения накопителя электронов ВЭПП-3 на удельный тепловой эффект окисления нанопорошка алюминия при нагревании в воздухе в зависимости от поглощённой дозы энергии. Нанопорошок алюминия помещали в алюминиевые контейнеры с объемом ячейки $\sim 0,12 \text{ см}^3$ и заклеивали полиимидной пленкой, через которую облучали порошки. Максимум интенсивности синхротронного излучения приходился на диапазон длин волн от 6 до 8 нм. Энергия квантов электромагнитного излучения лежала в интервале от 20 кэВ и до 15 кэВ [3]. Облученные образцы исследовали с помощью метода дифференциального термического анализа с использованием термоанализатора SDT Q600.

Установлено, что при поглощённой дозе до 250 кГр величина эффекта окисления нанопорошка алюминия практически не изменяется, а температура начала окисления снижается на $\sim 51 \text{ }^\circ\text{C}$. Дальнейшее увеличение поглощённой дозы приводит к росту удельного теплового эффекта окисления: при поглощённой дозе 500 кГр он увеличивается на 25,7 %.

Наиболее вероятной причиной этих процессов является генерация электронных лавин в металлической составляющей наночастицы. Формирующиеся вследствие внутреннего фотоэффекта электронные лавины участвуют в ионизации алюминия в наночастице и восстановлении алюминия из оксида в оболочке наночастицы. Следствием этого является образование и накопление в структуре наночастицы ионов Al^{3+} , сохраняющихся после окончания воздействия вследствие их зарядовой компенсации OH^- -группами и формирования структур « $\text{Al}^{3+}|\text{Al}_2\text{O}_3|\text{OH}^-$ ».

Работа выполнена при поддержке Государственного задания «Наука», проект № 11.1928.2017/4.6. Эксперименты по облучению нанопорошка алюминия выполнены с использованием инфраструктуры центра коллективного пользования, поддержанного Минобрнауки России (проект RFMEF162117X0012) на накопителе электронов ВЭПП-3 Института ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, г. Новосибирск.

1. A.P. Il'in, L.O. Root, A.V. Mostovshchikov, Tech. Phys. 57, 8 (2012).
2. A.V. Mostovshchikov, A.P. Il'in et al., Tech. Phys. Lett. 42 (2016).
3. B.G. Goldenberg, A.G. Lemzyakov et al., Physics Procedia. 84 (2016).

Алгоритм решения обратной задачи микро-РФА-СИ для некоторых частных случаев распределения вещества в заглубленных слоях образца

Д. С. Сороколетов, Я. В. Ракиун, Ф. А. Дарьин

Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, Новосибирск, Россия

Метод микро-РФА-СИ, предназначенный для неразрушающего элементного анализа с высоким пространственным разрешением (от сотых долей до сотен микрометров), в настоящее время активно применяется для исследования объектов различной природы — биологических, геологических образцов, объектов культурного наследия и др. [1]. Однако большинство исследований, проводимых этим методом, носит качественный характер. В них анализируется карта распределения флуоресценции химических элементов в образце без учета сопутствующих матричных эффектов взаимовлияния излучения от различных элементов [2, с. 23]. Подобный подход оправдан только для случаев, в которых исследуемый объект состоит преимущественно из легких элементов, и поглощением излучения в нем можно пренебречь. В общем случае для определения рассматриваемым методом концентраций элементов с точностью, приемлемой для количественных аналитических методик (от десятков до единиц процентов и менее), необходимо решить обратную задачу микро-РФА-СИ [3]. Способы решения этой задачи, встречающиеся в литературе, в основном, предназначаются для частных случаев распределения вещества в образце [4]. Некоторые из них носят скорее теоретический, нежели практический характер [3]. Метод исследования неоднородных образцов со сложным составом и неизвестным распределением плотности, основанный на применении методов микро-РФА-СИ и флуоресцентной томографии [5], также имеет свои ограничения.

Нами был предложен алгоритм для решения обратной задачи микро-РФА-СИ, предназначенный для случая образцов особого типа, в которых имеет место значительное влияние на регистрируемый сигнал флуоресценции вторичных эффектов рассеяния и избирательного возбуждения. Алгоритм был успешно апробирован на результатах эксперимента.

Работа выполнена на оборудовании центра коллективного пользования «Сибирский Центр Синхротронного и Терагерцового Излучения».

1. F. Adams, EPJ Web of Conferences. 9 (2010), 165–180.
2. Н. Ф. Лосев, А. Н. Смагунова, Основы рентгеноспектрального анализа. М.: «Химия», 1982.
3. P. Wrobel, M. Czyzyski, Talanta. 113 (2013), 62–67.
4. С. И. Зайцев, Н. Г. Ушаков и др., Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов. Дубна, 25–29 мая 1997 г. Сборник докладов. Дубна, 1997.
5. L. Vincze, Microsc Microanal. 11, 2 (2005).

Исследование волос методом микро-РФА-СИ с целью выявления периодических изменений элементного состава

М. Д. Чернецкая, Я. В. Ракшун, Д. С. Сороколетов

Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, Новосибирск, Россия

Панорамный анализ элементного состава человеческого волоса (с усреднением по его длине) позволяет получать важную информацию о состоянии организма. Известны исследования, в которых изучались характерные различия усредненных концентраций химических элементов между людьми из разнотипных контрольных групп. В результате были выделены статически значимые эффекты (маркеры), свойственные курильщикам, аутистам, людям с гендерным отличием и др. [1, 2].


Распределение химических элементов по длине волос также может служить маркером метаболических процессов в организме. При своем росте волос подвержен влиянию среды, окружающей его луковицу (в частности, циркулирующей крови, лимфы, а также внеклеточной жидкости). По мере того, как новые ткани волоса образуются и достигают поверхности кожи, они «запирают» в себе продукты метаболических процессов, скопившиеся в области луковицы за этот период времени. Таким образом, за время роста волоса в него постоянно «записывается» информация, косвенно связанная с биохимическим состоянием организма. В настоящее время вопрос о возможности использовании этой информации в качестве того или иного биологического маркера пока остается открытым.

В целях выявления и анализа характерных вариаций элементного состава на экспериментальной станции РФА-СИ накопителя ВЭПП-3 [3] нами исследовано методом микро-РФА-СИ [4] три участка волоса (по 1.5, 2, 3 мм). Шаг сканирования составлял 3 мкм, поперечный размер пучка возбуждающего излучения – около 15 мкм, его энергия – 11 кэВ. Была проведена обработка распределения полученного распределения флуоресцентного сигнала по длине волоса, основанная на применении преобразований Фурье и Гильберта-Хуанга. Выделены суточные колебания концентраций для ряда химических элементов, а также качественно определена степень согласованности между их «высокочастотными» изменениями. На основании проделанной работы были сформулированы рекомендации к режимам экспериментов, которые планируется провести для уточнения полученных результатов.

1. M. Mikulewicz, K. Chojnacka et al. Reference values of elements in human hair: A systematic review. *Environmental toxicology and pharmacology*. 36 (2013). P. 1077–1086.
2. K. Chojnacka, I. Michalak et al. Inter-relationship between elements in human hair: The effect of gender. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 73 (2010). P. 2022–2028.
3. <http://ssrc.inp.nsk.su/СКР/stations/passport/3>
4. Дарьин А. В., Ракшун Я. В. Научный вестник НГТУ. 2, 51 (2013). С. 112–118.

258 стр.

Отпечатано с готового оригинал-макета
в типографии НИЦ «Курчатовский институт» – ПИЯФ
188300, Гатчина Ленинградской обл., мкр. Орлова роша, д. 1
Зак. 61, тир. 230, уч.-изд. л. 13,3; 26.02.2018 г.
Формат 60 × 84 1/16, печать офсетная



Гатчина – 2018