**Взаимодействие высокоэнергетических ионов Хе с кристаллическим оксидом алюминия.**

**Оценка параметров треков, образующихся при взаимодействии высокоэнергетических ионов Хе с кристаллическим оксидом алюминия**

***Свижевская М.В.1, 2, Ларичев М.Н.2, Беляев Г.Е.2***

*Студент, 2 курс бакалавриата*

*E-mail:* [*svizhevskayamaria@yandex.ru*](mailto:svizhevskayamaria@yandex.ru)

*1Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,   
факультет фундаментальной физико-химической инженерии, Москва, Россия*

*2 ФИЦ Химическая Физика им. Н.Н. Семенова, РАН, Москва, Россия*

Галактические космические лучи (ГКЛ) ­­­­­­­­— это поток высокоэнергетических ионов, проникающих через космическое пространство и облучающих небесные тела и космическую технику. Изучение взаимодействия таких ионов с оксидами элементов, содержащихся во внеземных породах и материалах космических аппаратов, помогает понять происходящие физико-химические процессы и их последствия. Это важно для моделирования радиационного воздействия на материалы. Тяжелые ионы, проходя через кристаллические диэлектрики, создают трековые повреждения с высокой концентрацией дефектов, изменяющих структуру материала. Исследование этих процессов критически важно для радиационного материаловедения и нанотехнологий. При выполнении работы используется излучение, генерируемое в Объединённом институте ядерных исследований (ОИЯИ, г. Дубна, Россия) новым ускорительным комплексом «NICA» (Nuclotron based Ion Collider fAcility) [1]. В экспериментах проводилось облучение образцов ионами Хе с энергией 100-200 МэВ и 3,8 ГэВ на нуклон на воздухе и 3,2 МэВ/нуклон в вакууме.

Работа ставит своей целью исследование дефектов, возникающих в структуре кристаллического оксида алюминия (основной компонент реголита, важный компонент современной микроэлектроники) под воздействием высокоэнергетических ионов Хе. Для моделирования этих дефектов использовался программный пакет (ПП) SRIM [2], а контроль полученных экспериментальных данных и сравнение с результатами моделирования проводится методом просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ).

В работе предпринята попытка оценить результат воздействия тепла, передающегося решетке кристаллического оксида алюминия в процессе торможения в нем высокоэнергетичного иона , и оценить радиусы образующихся латентных треков, внутри которых последовательно достигались температуры, превышающие температуру испарения и плавления оксида. При этом для оценки количества тепла, выделившегося при торможении иона на единицу длины образующегося трека, использовался программный пакет SRIM. Процесс теплопереноса от атомов оксида, непосредственно взаимодействующих с ионом, вглубь мишени был смоделирован с помощью уравнения теплопроводности, аналогично работе [3]. Результаты моделирования представлены ниже.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | (МэВ/микрон) | R (нм) плавление | R (нм) испарение |
| 3,8 ГэВ/нуклон | 2,038 | 3,47 | 2,935 |
| 100 МэВ/нуклон | 6,65 | 5,75 | 5,3 |
| 3,5 МэВ/нуклон | 28,2 | 12,9 | 10,93 |

Структуры облученного и необлученного образцов сравнивались с помощью метода просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) с использованием программы ImageJ. Экспериментальные результаты хорошо сопоставляются с результатами моделирования.

**Литература**

1. <https://nica.jinr.ru/ru>

2. <http://srim.org>.

3. Н.П. Жуков, Ю.Л. Муромцев, Н.Ф Майникова, И.В Рогов//ISSN 0136-5835. Вестник ТГТУ. 2002. Том 8. № 2. Transactions TSTU