

УДК 539.216.2:620.198  
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАЗРАБОТКИ ЗАЩИТНЫХ  
ЭКРАННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
НАНОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ d – МЕТАЛЛОВ

А. Л. КОЗЛОВСКИЙ, Д. И. ШЛИМАС, М. В. ЗДОРОВЕЦ  
Астанинский ф-л ИНСТИТУТА ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ  
Астана, Казахстан

Одной из актуальных задач, стоящих перед разработчиками специализированной техники (авиационная и ракетно-космическая техника), является обеспечение высоких показателей эксплуатационной надежности приборов и аппаратуры в условиях повышенного уровня радиационных воздействий различного типа (электроны, протоны и тяжелые заряженные частицы, рентгеновское и гамма излучения). Как известно, для наступления необратимых изменений в полупроводниковых приборах микроэлектроники поглощенные дозы радиации должны составлять или превышать  $10^5 \div 10^6$  рад, в интегральных микросхемах –  $10^4 \div 10^5$  рад. Данные уровни радиационной стойкости элементной базы не обеспечивают требуемого временного ресурса (особенно в случае космических аппаратов, даже при работе в условиях ряда околоземных орбитах, не говоря уже о полетах на другие планеты солнечной системы).

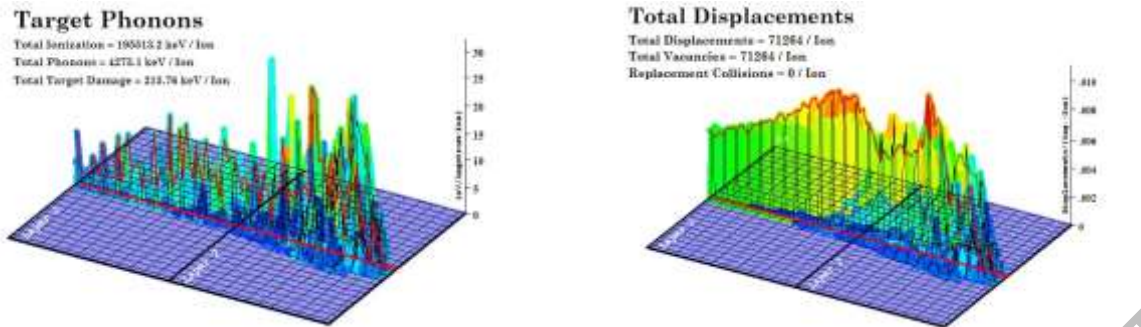
Целью данной работы является создание слоистых наноструктур на основе разных магнитных и немагнитных подгрупп металлов с целью создания защитных экранных покрытий, обеспечивающих высокий уровень защиты от дестабилизирующих воздействий электронов и тяжелых ионов.

Для получения защитных покрытий в качестве матриц были использованы полимерные пленки на основе полиэтилентерефталата (ПЭТФ) типа Hostaphan® производства фирмы «Mitsubishi Polyester Film» (Германия), толщиной 12 мкм. Применение данных матриц обусловлено их устойчивостью к агрессивным средам и кислотам, развитой поверхностью, прочностными свойствами и малой массой.

Для синтеза защитных покрытий был применен метод электрохимического осаждения металлов из растворов электролитов. Выбор в пользу электрохимического осаждения был сделан благодаря возможности эффективного управления физическими и химическими свойствами синтезируемых наноструктур и высокой степени контроля процесса. Для определения толщины слоев металлических экранов необходимо знать энергетические потери налетающих частиц. Теоретический расчет длины пробега проводился в программе SRIM PRO 2013. В качестве исследуемых металлических наноструктур рассматривались слои меди и никеля. В качестве налетающих пучков рассматривались ускоренные ионы  $\text{Xe}^{+22}$ . На рис. 1

представлены диаграммы ионизационных потерь при прохождении тяжелых ионов сквозь металлические слои.

а)



б)

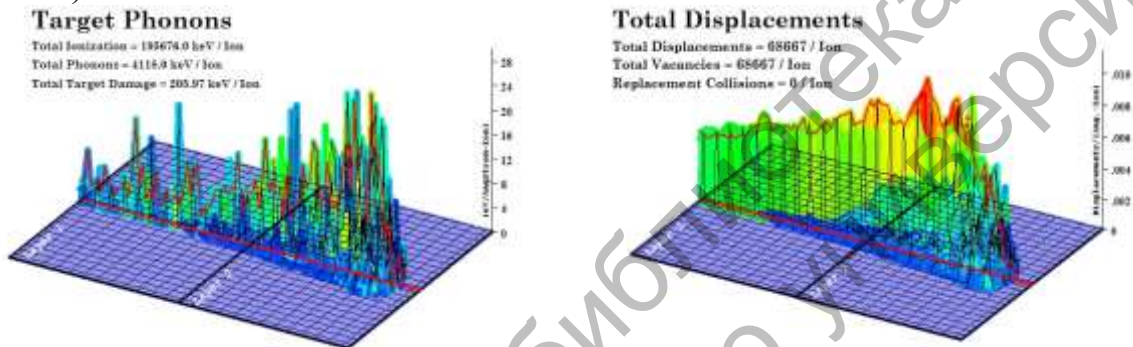


Рис. 1. Профили треков  $\text{Xe}^{+22}$  в слое никель–медь толщиной 10 мкм (а); профили треков  $\text{Xe}^{+22}$  в слое медь–никель толщиной 10 мкм (б).

Анализ полученных расчетов показал, что нет существенной разницы в чередовании слоев меди и никеля для средней длины пробега ионов  $\text{Xe}^{+22}$ , которая составляет 8,84 мкм для системы «никель–медь» и 8,82 мкм для системы «медь–никель». Однако чередование слоев играет существенную роль в определении ионизационных потерь для фононов и тепловых эффектов. Анализ профилей фононных потерь показал, что для системы «медь–никель» наблюдается снижение потерь в слое меди, в то время как, в системе «никель–медь» большая часть потерь происходит на границе двух слоев, в связи с чем, использование двух компонентной системы позволяет существенно изменить профиль ионизационных и фононных потерь. Однако, как видно из профилей, применение двухкомпонентных систем приводит к увеличению вклада в дефектообразование от областей локального нагрева, что может привести к аморфизации структуры.