

Этот факт объясняется тем, что во всех 3-х моделях каскадная функция описывается линейной зависимостью. В отличие от этих моделей, математическое выражение Линдхарда имеет экспоненциальную зависимость, вследствие чего, погрешность определения 4-х групповым методом составляет 37%, в сторону увеличения расчетных результатов. Скорость образования дефектов, полученная по модели Линдхарда, в течение кампании проектного ядерного топлива увеличивается от  $1,1 \cdot 10^{16}$  до  $1,7 \cdot 10^{16}$  см<sup>-3</sup>с<sup>-1</sup>.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нестеров В.Н., Шаманин И.В., Емец Е.Г., Цыганов А.А., Котляревский С.Г., Павлюк А.О. Аналитическая схема дефектообразования в кристаллической решетке графита при реакторном облучении // Известия вузов. Ядерная энергетика, 2008, - № 1. - с. 120-128.
2. М. Томпсон. Дефекты и радиационные повреждения в металлах, Издательство «Мир», М: 1971. – 368с.

### ГЕНЕРАЦИЯ ИЗЛУЧЕНИЙ ПРИ РЕЦИРКУЛИРОВАНИИ ЭЛЕКТРОННЫХ ПУЧКОВ ЦИКЛИЧЕСКИХ УСКОРИТЕЛЕЙ ЧЕРЕЗ ТОНКИЕ МИШЕНИ

С.И. Кузнецов, В.Н. Забаев, В.В. Каплин, С.Р. Углов, П.В. Маерков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: [smit@tpu.ru](mailto:smit@tpu.ru)

Экспериментально и теоретически показано, что применение тонких (примерно  $10^{-3}$  р. д.) внутренних мишеней в циклических ускорителях приводит к многократному прохождению электронов через них при сбросе. Кратность прохождения электронов определяется их энергией, параметрами ускорителя, толщиной структурой и материалом мишени. Возрастание коэффициента кратности прохождения (М) приводит к увеличению эффективной толщины мишени и к увеличению выхода тормозного и переходного излучения [1].

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о реализации данного механизма на Томском электронном синхротроне «СИРИУС» [2] и бетатронах.

Проведена теоретическая оценка коэффициента М в зависимости от толщины аморфной мишени и энергии ускоренных электронов [3].

Кратность прохождения электронов через мишень приводит к накоплению угла многократного рассеяния электронов. Применение специального устройства, «скрепера», позволяет уменьшить кратность прохождения электронов через тонкую мишень до  $M = 1$ , что важно при проведении тонких физических экспериментов, как например, при исследовании эффектов, связанных с каналированием электронов в кристаллах [4, 5].

Показано, что для существующих циклических ускорителей эффект многократного прохождения электронов через тонкую мишень повышает эффективность генерации тормозного и переходного излучения. Кроме того, применение скрепера позволяет при необходимости варьировать М от максимальной величины до единицы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

3. Suzuki S., Tsuru T., Katayama T. et. al. // Nukl. Inst. and Meth. – 1973. – V. 111. – P. 39–47.
4. Калинин Б.Н., Курков А.А., Потылицин А.П. Излучение при многократном прохождении электронов через тонкие внутренние мишени в Томском синхротроне // Известия вузов. Физика. – 1991. – № 6. – С. 81–86.
5. Трутьев В.И., Фомин С.П., Шульга Н.Ф. Препринт ХФТИ 82–11. – Харьков, 1982. – 27 с.
6. Андреяшкин М.Ю., Воробьев С.А., Забаев В.Н. и др. Спектрально-угловые распределения гамма-излучения при каналировании электронов // Вопросы атомной науки и техники (ВАНТ). М. – 1990. – вып. 3. – С. 77.

7. Андрешкин М.Ю., Забаев В.Н., Калинин Б.Н. и др. Измерение спектров тормозного излучения релятивистских электронов в монокристаллах детектором полного поглощения // Приборы Техника Эксперимента – 1989. – № 6 – С. 55-60.

## ОПЫТ СОЗДАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ СТЕНДОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ ЭЛЕКТРИЗАЦИИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ.

Ю.А. Бежаев, А.А. Лукашук, Л.Ф. Смекалин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

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

В начале 70-х годов прошлого века на спутниках, выведенных на геостационарную орбиту, были зафиксировано значительное количество различных неполадок в работе бортовой аппаратуры, вызванных накоплением электрического заряда на поверхности космического аппарата. Для повышения надежности спутников требовалось детально изучить процессы радиационной электризации космических аппаратов и выработать меры для уменьшения ее последствий.

Некоторое количество соответствующих экспериментов было проведено на борту геостационарных спутников связи. В США был даже запущен специальный спутник «SCATHA», предназначенный для изучения радиационной обстановки на орбите, эффектов заряджения космического аппарата и радиационной электризации различных материалов, расположенных на его внешней поверхности. Однако упор был сделан все-таки на проведении наземных испытаний конструкционных материалов, элементов и узлов космических аппаратов. Эти работы проводятся на лабораторных установках, моделирующих факторы космического пространства.

В нашей стране одной из первых таких установок был стенд «Прогноз-1», созданный совместно кафедрой экспериментальной ядерной физики физико-технического факультета ТПИ и лабораторий 52 НИИ электронной интроскопии ТПИ. Стенд включал в себя высоковакуумную систему откачки, источники ускоренных электронов и ионов, источник низкотемпературной плазмы и мощный источник света, имеющей спектр излучения близкий к солнечному. В вакуумную камеру загружалось несколько сравнительно небольших образцов, которые затем поочередно вводились в зону облучения. Но такая схема была оправдана только на начальном этапе изучения проблемы. С одной стороны, громоздкость механизма смены образцов мешала более детальному изучению особенностей накопления радиационного заряда, с другой стороны этот же механизм не позволял облучать крупные макеты элементов космического аппарата. Также стало очевидным, что нерационально совмещать на одном стенде изучение всех процессов радиационной электризации.

Поэтому в лаборатории 52 ИНК ТПУ были разработаны и запущены в эксплуатацию несколько специализированных стендов и установок:

- модернизированный стенд «Прогноз-1»;
- стенд «Прогноз-2» для испытаний образцов и макетов площадью до 0,5 м<sup>2</sup> в поле электронного излучения с распределением по энергиям, близким к энергетическому спектру электронной компоненты магнитосферной плазмы;
- установка «Прогноз-3» для исследования радиационной поверхностной и объемной проводимости высокоомных материалов;