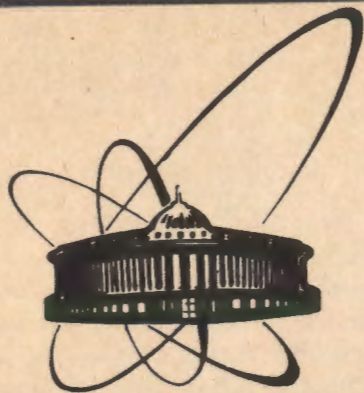


91-505



**сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
Дубна**

P2-91-505

**В.С.Барашенков, А.Н.Соснин, С.Ю.Шмаков**

**О РАДИАЦИОННЫХ ДЕФЕКТАХ  
В СТРИПОВЫХ ДЕТЕКТОРАХ**

**1991**

где  $N_0$  - реальный поток бомбардирующих частиц,  $a$  - толщина пленки,  $\Sigma_{tot}$  - макроскопическое сечение упругого и неупругого взаимодействия частицы с ядром кремния.

Число дефектов, образуемых ядром с кинетической энергией  $E^{4,5/}$

$$N(E)_{деф} = \frac{1}{2E_d} \int_0^E (dE/dx)_{уп} / (dE/dx)_{tot} dE$$

где  $E_d = 13$  МэВ - пороговая энергия смещения атома,  $dE/dx$  - ионизационные потери, которые при высоких энергиях рассчитывались с помощью феноменологической аппроксимации Стернхаймера<sup>6/</sup>, при очень низких энергиях - на основе теории Линдхарда-Шарфа<sup>7/</sup>, а в промежуточной области использовалась феноменологическая аппроксимация<sup>8/</sup>. Дефектообразование протоном и  $\alpha$ -частицей рассчитывалось тем же способом, как и в работе<sup>9/</sup>.

С другими деталями расчета можно познакомиться в наших работах /8,10,11/.

На рис.1 приведены расчетные энергетические зависимости пробега бомбардирующих частиц, полного числа дефектов, образуемых частицей с энергией  $E$  до ее полной остановки в веществе детектора или выхода из него, и соответствующей плотности их образования при энергии  $E$  в расчете на 1 см. В случае протонов и  $\alpha$ -частиц эти зависимости близки к приведенным в работе<sup>9/</sup>. Данные для ионов  $^{28}\text{Si}$  характеризуют дефектообразование ядрами отдачи, дающими весьма существенный вклад в суммарное дефектообразование. Как видно, замена протона  $\alpha$ -частицей увеличивает число дефектов примерно на порядок, переход к иону кремния увеличивает их число еще на полтора порядка.

На рис.2 показано пространственное распределение дефектов  $\Delta N / \Delta S$ , где  $\Delta S = \pi(r_2^2 - r_1^2) \approx 2\pi r \Delta r$ ,  $r$  - расстояние от оси пучка первичных частиц. Там же приведены аппроксимирующие кривые

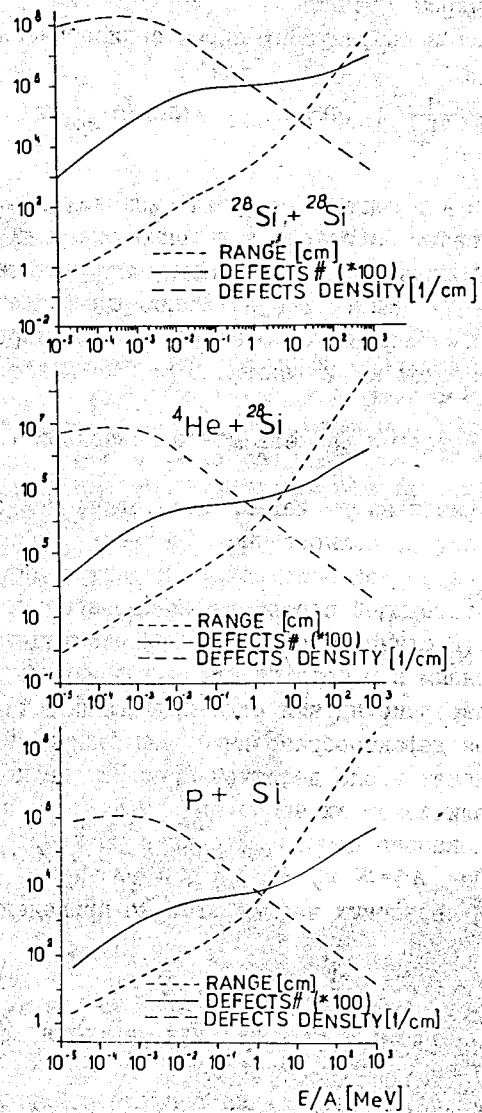
$$\Delta N / \Delta S = a r^{-b}$$

где  $a=8,14 \cdot 10^7$ ,  $b=2,82$  для протонов,  $a=5,76 \cdot 10^9$ ,  $b=3,88$  для нейтронов.

Число дефектов, образующихся в пучке нейтронов, почти на два порядка превосходит их число, образуемое протонами при  $E=3,65$  ГэВ. Однако пространственные распределения в этих случаях различаются не очень значительно.

На рис.2 отдельно показаны также вклады частиц с электрическими зарядами  $z=1$ ,  $z=2$  и  $z>2$ . В нейтронном пучке ядра отдачи дают вклад лишь вблизи оси  $z \sim 0$  (при облучении

Объединенный институт  
ядерных исследований  
БИБЛИОТЕКА

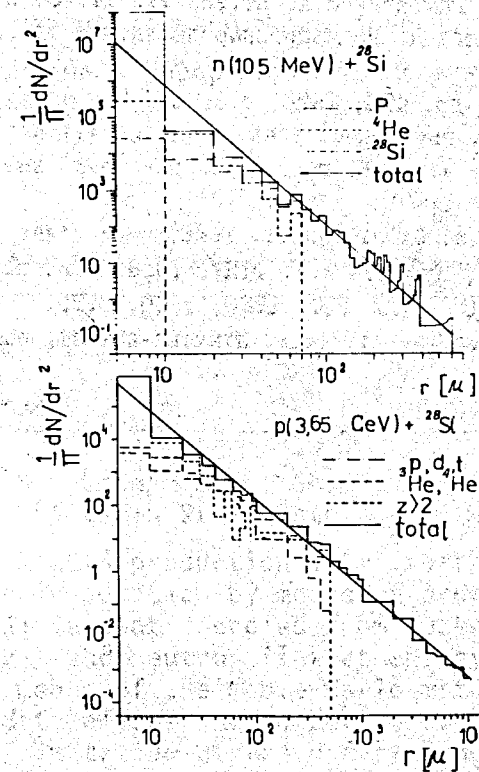


**Рис.1.** Пробег бомбардирующей частицы  $R$  (см), плотность образования дефектов  $n_{\text{деф.}}$  (1/см) и полное число образующихся дефектов  $N_{\text{деф.}}$  - энергия бомбардирующей частицы.

Сечение рождения протона нейтроном с энергией  $E$

Таблица I

N группы E, МэВ	1 10.5 - 6.5	2 6.5 - 4.0	3 4.0 - 2.5	4 2.5 - 1.4
МО	123	236	162	71



**Рис.2.** Радиальное распределение дефектов. Показаны распределения, за которые ответственны различные типы каскадных частиц.

протонами их вклад заметен вплоть до долей миллиметра). Сопоставление расчетных данных, подобных приведенным на рис.2, позволяет сделать вывод о возможности имитации повреждений стриповых детекторов путем замены одних пучков другими, более удобными с экспериментальной точки зрения.

### Литература

- I. Астахов В.И. и др. Сообщение ОИЯИ, Р13-90-7, Дубна, 1990.
2. Абагян Л.П. и др. Групповые константы для расчета реакторов и защиты. Атомиздат, М., 1981.
3. Щеболев В.Т., Рамендик З.А. Ат.,Эн.,1977,т.43, с.54.
4. Динс Д., Виньярд Д. Радиационные дефекты в твердых телах. ИЛ, М., 1960.
5. Космач В.Ф. и др. ФТИ, 1972, т.6, с.420.
6. Sternheimer R. Phys. Rev. 1966, v.145, p.247; 1977, v.313, p.3681
7. Lindhard J. et al. Mat. Fyz. Medd. Dan. Vid. Selsk. 1963, N 33(14), p.1
8. Barashenkov V.S. et al. Nucl. Inst. Meth. 1991, v. B58, p.157.
9. Булгаков Ю.В., Кумахов М.А. ФТП., 1968, т.2, с.1603.
10. Барашенков В.С. и др. ЖТФ, 1990, т.60, с.75.
- II. Barashenkov V.S. et al. Comm. JINR E2-89-437, Dubna, 1989.

Рукопись поступила в издательский отдел  
20 ноября 1991 года.