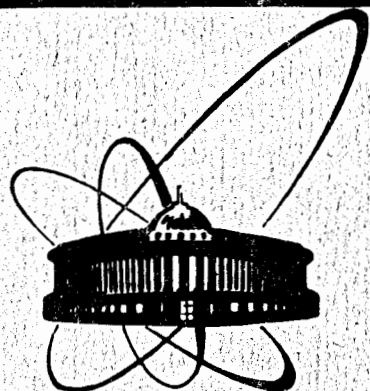


89-77



**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

РЗ-89-77

А.В.Стрелков, М.Флорек

**УСТРАНЕНИЕ ТОРЦОВОГО ЭФФЕКТА
В ПРОПОРЦИОНАЛЬНОМ СЧЕТЧИКЕ НЕЙТРОНОВ
С ПОМОЩЬЮ ПОВЕРХНОСТНОГО ЗАРЯДА
НА ИЗОЛЯТОРАХ**

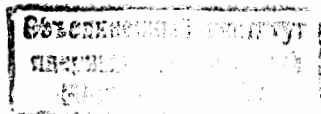
1989

Среди газонаполненных детекторов нейтронов наибольшее распространение получили пропорциональные счетчики, содержащие ${}^3\text{He}^{1/}$. Эти счетчики обладают преимуществами перед сцинтилляционными детекторами: достаточно высокая эффективность, низкий собственный фон, слабая чувствительность к γ -излучению, хорошие спектрометрические свойства. Недостатком их является, как правило, худшее временное разрешение. Использование пропорциональных счетчиков с ${}^3\text{He}$ в спектрометрическом режиме требует подавления стеночного и торцового эффектов. Первый эффект связан со случаями неполного укладывания пробегов протонов и тритонов в чувствительном объеме счетчика, второй — с деформацией электрического поля вблизи торцов.

Стеночный эффект уменьшается с увеличением объема счетчика и давления рабочего газа, а также под действием давления более тяжелых, чаще всего инертных газов (Ar, Kr, Xe). Торцовый эффект можно исключить, используя выравнивающие электроды или утолщения нити^{2, 3, 4/}. В этом случае заметная доля объема счетчика является "нерабочей", что приводит к увеличению габаритов счетчика и к нерациональному расходованию дорогостоящего газа ${}^3\text{He}$.

В предлагаемой работе используется весь объем счетчика, а требуемая конфигурация электрического поля на нити у торцов счетчика достигается с помощью положительных электрических зарядов, находящихся на торцовых поверхностях. В работе^{5/} указано на сравнительно длительные процессы релаксации избыточного положительного заряда вблизи нити, натянутой на поверхности фторопласта, и на возможность управления коэффициентом газового усиления (КГУ) с помощью локального γ -облучения отдельных участков нити.

В работе был применен счетчик длиной 30 см и диаметром 8 см. Изнутри счетчика его торцы по всей площади закрыты тефлоновыми дисками, в центре которых укреплена позолоченная вольфрамовая нить диаметром 150 мкм (анод). Счетчик наполнен смесью газов: ${}^3\text{He}$ — 70 кПа, Ar (особой чистоты) — 150 кПа, CH_4 — 3 кПа. (Содержание примесей в используемом ${}^3\text{He}$: ${}^4\text{He} \sim 0,3\%$, $\text{N}_2 \sim 1,5 \cdot 10^{-4}\%$, $\text{H}_2 \sim 1 \cdot 10^{-4}\%$, группы CH — менее $10^{-4}\%$). Выбор указанной концентрации метана связан с необходимостью обеспечения постоянной скорости дрейфа электронов^{6/} в широкой области значений $E/P \sim 0,6$, который имеется в преобладающей части объема счетчика.



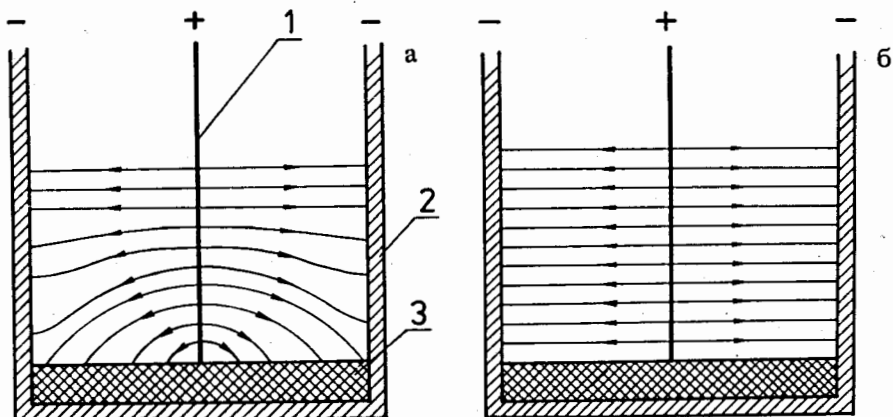


Рис. 1. Схематическая картина электрического поля у торца счетчика: а – сразу же после подачи напряжения, б – после установления стационарного распределения зарядов на изоляторе. 1 – нить (анод); 2 – цилиндрический катод; 3 – изолятор – фторопластовый диск.

Сразу же после подачи напряжения на счетчик у торцов образуется конфигурация электрического поля, схематически показанная на рис. 1а. Если этого напряжения достаточно для образования электронных лавин у нити, то положительные ионы, двигаясь от нити по силовым линиям, попадают и на поверхность торца, закрытого фторопластом. Электропроводность фторопласта достаточно мала, поэтому процесс накопления положительных зарядов происходит до тех пор, пока не создастся картина поля, изображенная на рис. 1б. Однако и в дальнейшем некоторое количество положительных ионов может попадать на поверхность фторопластового изолятора вследствие рассеяния ионов на атомах газа, компенсируя тем самым слабую утечку положительного заряда с поверхности.

После включения счетчика средняя напряженность электрического поля вблизи торцов превышает аналогичную напряженность в средней части счетчика, поскольку для фторопласта $\epsilon \sim 4$. Так как КГУ сильно зависит от напряженности электрического поля у нити, это вызывает появление импульсов с амплитудами, заметно превышающими их среднее значение.

Методом экранировки пучка тепловых нейтронов кадмиевым поглотителем была установлена однозначная связь появления импульсов больших амплитуд с областями чувствительного объема у торцов счетчика, что проиллюстрировано штриховой линией на рис. 2. В дальнейшем импульсы с большими амплитудами исчезают, потому что конфигура-

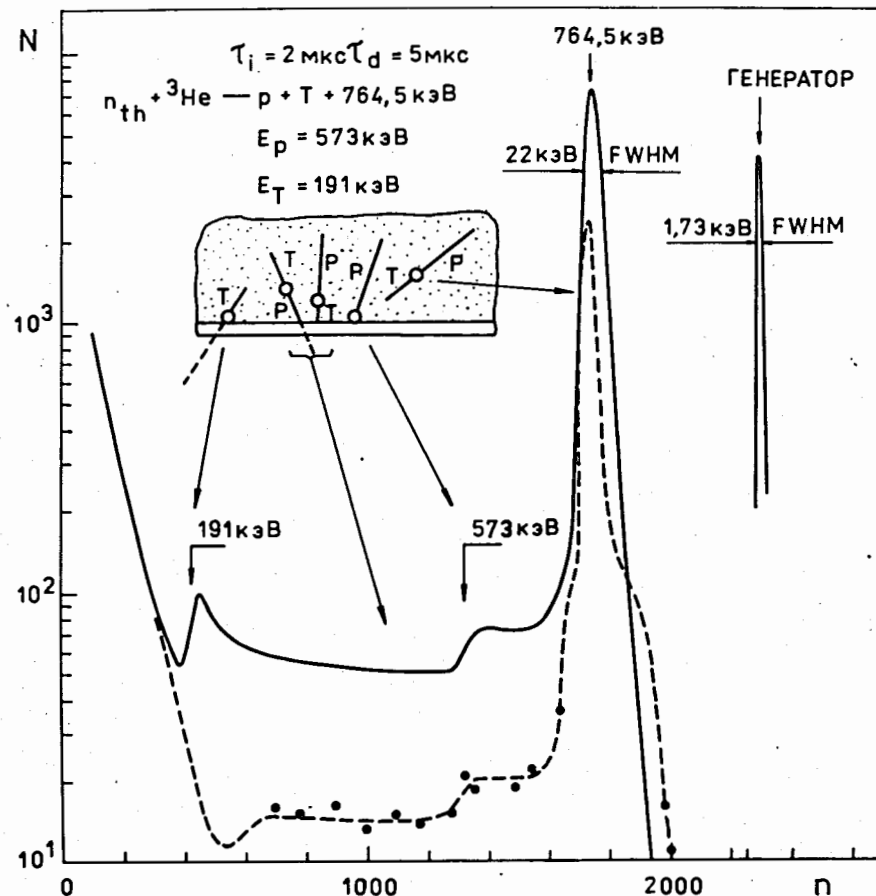


Рис. 2. Амплитудный дифференциальный спектр распределения амплитуд от медленных нейтронов. Штриховой линией показан спектр сразу после включения счетчика. N – число зарегистрированных импульсов, n – номер канала.

ция электрического поля у торцов принимает вид, показанный на рис. 1б. Время, за которое достигается такая картина, зависит от величины первичной ионизации (нейтронного потока) и, в гораздо большей степени, — от величины напряжения на счетчике. Поэтому значительное ускорение в создании равновесной картины распределения положительных зарядов достигается посредством кратковременного превышения напряжения на счетчике относительно номинального ($\Delta U \sim 0,3$ кВ в течение $2 \div 5$ мин.).

Зависимости КГУ и амплитудного разрешения от напряжения на счетчике показаны на рис. 3. В измерениях использовались предусилитель

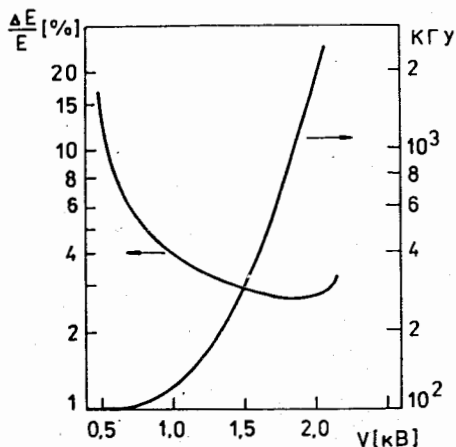


Рис. 3. Зависимость амплитудного разрешения ($\delta\%$) и величины КГУ от U -напряжения на счетчике в кВ.

на полевых транзисторах, стандартный спектрометрический усилитель и блок высоковольтного питания в стандарте КАМАК. Линейность усилителей и пороги анализатора проверялись прецизионным генератором импульсов. При амплитудах импульсов, соответствующих КГУ ~ 20 , усилительный тракт обеспечивал собственное разрешение $\sim 1,7$ кэВ.

Пропорциональный счетчик с данным наполнением предполагается использовать для спектрометрии нейтронов в энергетическом интервале $0,07 \div 1$ МэВ. Верхний предел энергии нейтронов определяется возрастающим фоном от отдачи протонов, содержащихся в метане, а замена метана на углекислый газ привела к некоторому ухудшению энергетического разрешения ($\sim 3,2\%$).

ЛИТЕРАТУРА

1. Jrosshorg J. – NIM, 1979, 162, p.125.
2. Batchelor R., Aves R., Skyrne T.H.R. – Rev. Scient. Instr., 1955, 26, p.1027.
3. Россси Б., Штауб Н. – Ионизационные камеры и счетчики. М.: ИЛ, 1951.
4. West D. – Progr. Nucl. Phys., 1953, 3, p.18.
5. Стрелков А.В. – ОИЯИ, 13-83-525, Дубна, 1983.
6. Peisert A., Sauli F. – CERN 84-08, Geneva, 1984.