

ДРЕЙФОВАЯ КАМЕРА ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ СИЛЬНО-ИОНИЗИРУЮЩИХ ЧАСТИЦ

Э.Р.Маркарян, Г.Г.Мкртчян, О.П.Петросян,
Р.Н.Пухтелев

Исследована дрейфовая камера, наполненная смесью $\text{He}^4 + \text{CO}_2$ и $\text{He}^4 + \text{CH}_4$, предназначенная для регистрации сильноионизирующих частиц. Камера имеет высокое координатное и временное разрешение ($\sigma_k \lesssim 0,2 \text{ мм}$, $\Delta t \approx 80 \text{ нсек}$). Измерены скорости дрейфов электронов для смесей $\text{He}^4 + (5; 10; 20; 30)\% \text{CH}_4$ и $\text{He}^4 + (5; 10; 20; 30)\% \text{CO}_2$. Показано, что в случае наполнения камеры смесью $\text{He}^4 + \text{CH}_4$ эффективность регистрации $\sim 100\%$ по всей ширине дрейфового промежутка.

Введение

До настоящего времени все исследования с дрейфовыми камерами при работе в счетном режиме проводились при их наполнении аргоном с различными добавками (CO_2 , CH_4 , изобутан и т. д.) [1,2]. При исследовании процессов фото- и электророждения на ядрах может возникнуть необходимость регистрировать тяжелые сильно-ионизирующие частицы (α -частицы, дейтоны и т. д.) на большом фоне электронов и фотонов ($10^6/\text{сек}^{-1}$).

В работе [3] было показано, что пропорциональная камера, наполненная смесью $\text{He}^4 + (1+2)\% \text{CH}_4$ обладает высокой эффективностью регистрации сильно-ионизирующих частиц (α -частиц) и имеет отношение амплитуд $\alpha/\beta \sim 30$ (β – электроны).

Целью настоящей работы являлось исследование возможности использования дрейфовой камеры, наполненной смесью $\text{He}^4 + \text{CO}_2$ и $\text{He}^4 + \text{CH}_4$, для регистрации сильно-ионизирующих частиц, определение временного и координатного разрешения этой камеры, исследование отношения амплитуд α/β .

Методика измерений

Пучок α -частиц от источника Pu^{239} формировался двумя щелевыми коллиматорами ($1 \times 15 \text{ мм}^2$), установленными с двух сторон дрейфовой камеры, и регистрировался в кристалле CsI (Tl) . Перемещением α -источника можно было менять расстояние пучка частиц от анода. Объем, в котором помещались α -источник, коллиматоры и камера, продувался рабочей смесью. Регистрировались и анализировались только те случаи, когда имелось совпадение между сигналами дрейфовой камеры и фотоумножителя. Установленные пороги позволяли надежно отделять сигналы α -частиц от шумов.

Результаты

Исследовались различные концентрации $\text{He}^4 + \text{CH}_4$ и $\text{He}^4 + \text{CO}_2$. Выбор гелия в качестве основной компоненты смеси связан с тем, что в ряде задач можно использовать газ камеры в качестве мишени [4]. На рис. 1 показана зависимость скорости дрейфа электронов от концентрации CO_2 и CH_4 . С увеличением концентрации CH_4 скорость дрейфа увеличивается, что не наблюдается для CO_2 .

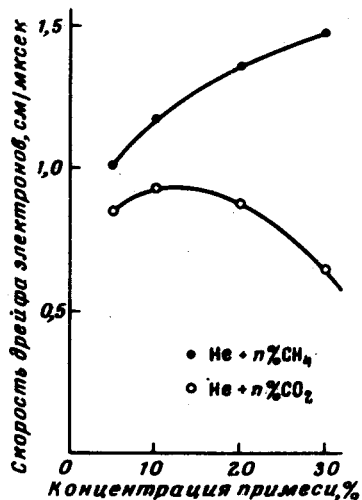


Рис. 1. Зависимость скорости дрейфа электронов от концентрации CO_2 и CH_4

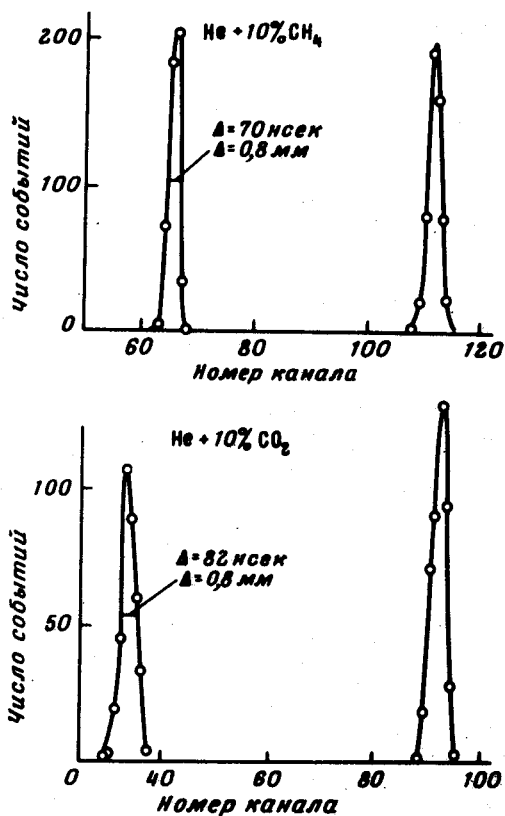


Рис. 2. Временное распределение сигналов α -частиц от дрейфовой камеры: *a* — для смеси $\text{He}^4 + 10\% \text{CH}_4$ и *b* — для смеси $\text{He}^4 + 10\% \text{CO}_2$. Расстояние между спектрами 15 мм

В смеси $\text{He}^4 + \text{CH}_4$ при изменении рабочего напряжения камеры (U_k) в пределах $200 + 400$ в скорость дрейфа электронов практически не меняется, т. е. в этой области не требуется высокой стабилизации рабочего напряжения камеры.

Временное распределение сигналов от α -частиц при расстоянии от анода 5 мм и 20 мм для смеси $\text{He}^4 + 10\% \text{CH}_4$ и $\text{He}^4 + 10\% \text{CO}_2$ приведены на рис.2 (а,б). Ширина на полувысоте составляет 70 нсек для смеси $\text{He}^4 + 10\% \text{CH}_4$ и 82 нсек для смеси $\text{He}^4 + 10\% \text{CO}_2$.

Соответствующее координатное разрешение равно $\sim 0,8$ мм (ширина на полувысоте). Учет ширины пучка дает собственное разрешение камеры $\sigma_k \lesssim 0,2$ мм.

Высокое координатное разрешение определяется тем, что при сильной ионизации $\sim 10^3 + 10^4$ ионов $\cdot \text{см}^{-1}$ (α -частицы) передний фронт всегда формируется электронами пришедшими на анод по кратчайшему пути от места прохождения частицы. Для сравнения координатных разрешений от электронов и α -частиц дрейфовая камера наполнялась смесью 10% Ag + 10% CH_4 + 80% He^4 . Оказалось, что разрешение для α -частиц в два раза лучше чем для электронов при тех же условиях.

Координатное разрешение не меняется при изменении концентрации CO_2 и CH_4 .

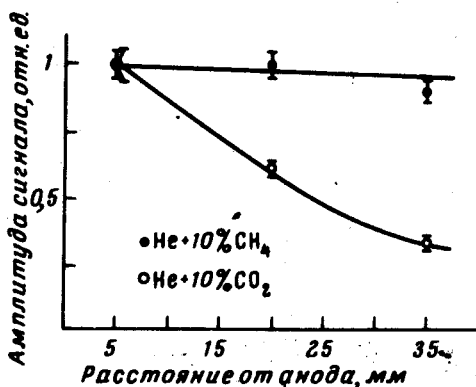


Рис. 3. Зависимость величины амплитуды сигнала дрейфовой камеры от расстояния до сигнальной нити для смеси $\text{He}^4 + 10\%$ и $\text{He}^4 + 10\% \text{CO}_2$

Для исследованных концентраций отношение амплитуд \bar{a}/β_{max} составляет ~ 20 . Это обеспечивает 100%-ную эффективность регистрации α -частиц при полном подавлении фона от электронов.

При регистрации сильно-ионизирующих частиц дрейфовыми камерами с большим шагом между сигнальными проволочками необходимо использовать такие смеси, которые обеспечивают однородность эффективности по всему чувствительному зазору.

Результаты измерений зависимости амплитуды сигнала от величины расстояния до сигнальной нити для смеси $\text{He}^4 + 10\% \text{CO}_2$ приведены на рис. 3. Небольшое падение амплитуд для смеси $\text{He}^4 + 10\% \text{CH}_4$ связано с наличием примесей в гелии и неоднородностью электрического поля дрейфовой камеры.

Для CO_2 вероятность прилипания электронов в соударениях $\sim 10^{-4}$, что при числе соударений $\sim 10^{-4}$ на пути дрейфа приводит к заметному уменьшению амплитуды сигналов (рис. 3). Возможно, падение наблюдаемой величины усилено присутствием электроотрицательных примесей в использовавшемся нами пищевом CO_2 .

Выводы

Исследована дрейфовая камера, наполненная смесью $\text{He}^4 + \text{CO}_2$ и $\text{He}^4 + \text{CH}_4$. Камера имеет высокое координатное и временное разрешение, обладает $\sim 100\%$ -й эффективностью регистрации сильно-ионизирующих частиц при полном подавлении фона электронов и фотонов. Измерены скорости дрейфов электронов для смесей $\text{He}^4 + (5; 10; 20; 30)\% \text{CH}_4$ и $\text{He}^4 + (5; 10; 20; 30)\% \text{CO}_2$. Скорость дрейфа при исследованных концентрациях слабо зависит от рабочего напряжения камеры. Исследован вопрос зависимости амплитуд дрейфовой камеры от места прохождения α -частиц. В случае наполнения камеры смесью $\text{He}^4 + \text{CH}_4$ можно получить однородность эффективности по всей площади при расстояниях между сигнальными проволоками дрейфовой камеры $8 + 10$ см.

В заключение авторы считают своим долгом поблагодарить В.М.Харитонову за полезные обсуждения и интерес к работе.

Поступила в редакцию
17 марта 1975 г.

Литература

- [1] А.Н. Walenta, Nucl. Instr. and Meth., 111, 467, 1973.
- [2] Ю.В.Заневский, Е.Надольски, Е.А.Новиков, В.Д.Пешехонов, В.П.Пугачевич. Препринт ОИЯИ, 13-7678, Дубна, 1974 г.
- [3] А.С.Александрян, Т.Л.Асатиани, В.Н.Иванов, Г.Г.Мкртчян, Р.Н.Пихтелев. Научное сообщение ЕФИ, 1974 – 92(74) Ереван.
- [4] В.А.Царев, М.И.Дайон, Ю.А.Раков. Препринт ФИАН, №170, 1971.