

УДК 539.1.07

## ПРЕЦИЗИОННЫЕ ТРЕКОВЫЕ ДЕТЕКТОРЫ НА ОСНОВЕ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ДРЕЙФОВЫХ ТРУБОК (STRAW)

*Г. Д. Кекелидзе, В. Д. Пешехонов*

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна  
Лаборатория физики частиц

Обсуждаются основные результаты по разработке тонкопленочных дрейфовых трубок, ставших основой для создания прецизионных трековых детекторов в установках ATLAS и COMPASS (CERN).

The main results on the development of straw drift tubes are discussed which are the basic elements of the precision tracking detectors designed for the ATLAS and COMPASS set-ups at CERN.

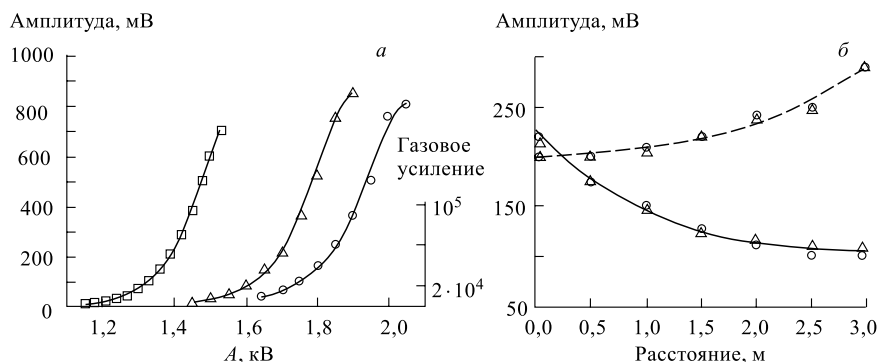
Началом работ по созданию координатных «straw»-детекторов можно считать конец восьмидесятых годов [1]. В настоящее время этот тип координатных газонаполненных проволочных детекторов успешно конкурирует с такими традиционными детекторами, как многопроволочные пропорциональные и дрейфовые камеры. «Straw»-камеры обладают следующими преимуществами:

- малая радиационная толщина детектора;
- цилиндрическая геометрия для каждого канала регистрации обеспечивает оптимальный временной сбор дрейфующих к анодам первых электронов ионизации;
- трубчатая конфигурация каждого канала регистрации способствует уменьшению наведенных сигналов между соседними каналами и увеличению загрузочных способностей детектора;
- простая конструкция камер позволяет их унифицировать и широко использовать возможности промышленности для изготовления целого ряда элементов детекторов;
- высокая эксплуатационная надежность детектора.

«Straw» представляет собой герметичную тонкостенную пленочную дрейфовую трубку, проводящее покрытие внутренней поверхности которой служит катодом. В качестве анода обычно используется проволока диаметром  $30 \div 50$  мкм, устанавливаемая по оси «straw». Толщина стенок  $30 \div 80$  мкм.

В случае использования проводящего покрытия стенок «straw», позволяющего индуцировать анодный заряд на внешних стриповых электродах, возможны реализация катодного считывания координатной информации и создание двухкоординатных «straw»-детекторов. Пространственная координата регистрируемой частицы в ортогональном к аноду направлении определяется методом измерения времени дрейфа электронов ионизации. Координата в совпадающем с ориентацией проволоки направлении определяется путем анализа зарядов, наводимых на соседние стрипы внешнего катода. Реализация метода катодного считывания позволила получить пространственное разрешение  $\sim 100$  мкм для планарной «straw»-камеры [2] и  $\sim 70$  мкм для одномерного «straw»-счетчика [3]. Таким образом, возможно создание двухкоординатных равноточных детекторов как для исследований на ускорителях, так и для прикладных исследований [4].

Хорошим примером широкого применения «straw» для новых установок является детектор переходного излучения — трекер (TRT) установки ATLAS (LHC), состоящий из нескольких сотен тысяч трубок. Он создается физиками США (баррельная часть) и Европы (торцевая часть), в том числе ОИЯИ, где изготавливается часть детекторов, содержащих около 100000 трубок. Выполненные методические разработки и исследования показали хорошие идентификационные и трековые свойства TRT. Так, собственное пространственное разрешение отдельной трубки диаметром 4 мм составляет  $\sim 120$  мкм [5]. При этом детектор сохраняет работоспособность при нагрузках до 18 МГц [6].



Зависимость величины газового усиления для трубок различного диаметра (а) и типичное изменение величины сигнала от источника  $^{55}\text{Fe}$  вдоль одной трубки длиной 3 м (б). Сплошная линия показывает изменение амплитуды при наличии согласования анода на противоположном конце «straw» ( $R = 230$  Ом); штриховая линия — без согласования

Исследования показали возможность создания трековых «straw»-детекторов большой площади с использованием трубок диаметром от 4 до 15 мм. На рисунке показаны зависимости величин газового усиления для «straw» различного диаметра и типичное изменение величины сигнала вдоль одного из типов «straw» длиной 3 м при наличии согласования анода на противоположном конце трубки и без него.

Созданный в ЛФЧ прототип «straw»-камеры размером  $2,4 \times 1,2$  м [7] был исследован на пучке в CERN. Получено пространственное разрешение  $\sim 150$  мкм при эффективности регистрации 98 %. Прототип имел два слоя, причем каждый слой был выполнен из трубок диаметром 9 и 6 мм. Центры трубок одного слоя были сдвинуты относительно центров трубок второго слоя на величину радиуса. Данный прототип лег в основу создаваемого в настоящее время трекера установки COMPASS, содержащего 18 двухслойных «straw»-камер размером  $2,4 \times 3,25$  и  $2,72 \times 3,2$  м для считывания  $Y$ -,  $X$ - и  $V$ -координат соответственно.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ash W. et al. // Nucl. Instr. Meth. A. 1987. V. 261. P. 399.
2. Bychkov V. et al. // Nucl. Instr. Meth. A. 1993. V. 325. P. 158.
3. Bychkov V. et al. // Nucl. Exper. Techn. 1998. V. 41. P. 315.
4. Bychkov V. et al. // Nucl. Instr. Meth. 1995. V. 367. P. 276;  
Bychkov V. et al. JINR Commun. E13-98-209. Dubna, 1998;  
Лобастов С. П. и др. // ЖТФ. 2000. Т. 70, вып. 8. С. 114.
5. Akesson T. et al. // Nucl. Instr. Meth. A. 1996. V. 372. P. 70.
6. Akesson T. et al. // Nucl. Instr. Meth. A. 1995. V. 367. P. 143.
7. Bychkov V. et al. JINR Commun. E13-98-269. Dubna, 1998.