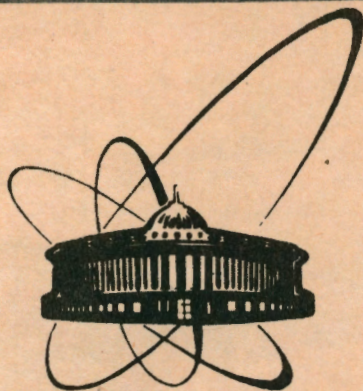


92-200



ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

P13-92-200

Ю.А.Будагов, Л.Б.Голованов, В.Ю.Жуков\*,  
А.А.Курицин, О.Е.Пухов, Д.М.Хазинс,  
И.Е.Чириков-Зорин

ДРЕЙФОВЫЕ КАМЕРЫ  
НА ОСНОВЕ БЛОКОВ ЛАВСАНОВЫХ ТРУБОК

Направлено в журнал «Nuclear Instruments and Methods»

---

\*Научно-исследовательский институт ядерной физики МГУ

1992

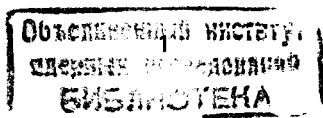
В последние годы широкое распространение получают дрейфовые камеры, изготавливаемые в виде набора лавсановых трубок<sup>11-6</sup>. По сравнению со стандартными конструкциями, в которых анодные проволоки помещаются в общей газовой объем, они имеют следующие преимущества:

- 1) существенно большую надежность (случайный обрыв одной проволоки приводит к выводу из строя только одной трубки);
- 2) улучшенную координатную точность благодаря повышенному давлению газа в трубках;
- 3) удобство формирования цилиндрической или иной поверхности камеры;
- 4) облегченную конструкцию фермы камеры, так как натяжение проволок обеспечивается, в основном, за счет давления газа в трубках и не передается на ферму;
- 5) малое количество вещества на пути частиц;
- 6) модульность конструкции;
- 7) меньшую площадь нечувствительной зоны камер, что существенно при размещении их внутри магнитов.

В настоящей работе описаны результаты испытаний дрейфовых камер (ДК), созданных на основе технологии изготовления блоков лавсановых трубок. Эта технология позволяет изготавливать из лавсана различной толщины (25–100 мкм) отдельные трубки и блоки трубок разных диаметров и большой длины (несколько метров). Два листа лавсана накладываются один на другой токопроводящим покрытием внутрь и с помощью ультразвукового аппарата свариваются между собой продольными швами шириной около 1 мм с шагом, равным длине полуокружности будущих трубок. Сваренные листы нагревают до температуры размягчения лавсана ( $\sim 160^\circ \text{C}$ ) и между листами подают газ под давлением. Сформованный таким образом блок состоит из трубок правильной цилиндрической формы. На рис. 1 приведены фотографии таких блоков.

По данной технологии было изготовлено несколько типов ДК размером 150x100 мм, состоящих из 10 лавсановых трубок диаметром 10 мм. С целью изучения влияния материала катода на работу дрейфовой камеры блоки трубок изготавливались из алюминизированного и графитированного лавсана толщиной 100 мкм\*. Использование блоков трубок упрощает тех-

\* Различными авторами<sup>17,8</sup> указывалось, что пропорциональные камеры (ПК) с катодом, изготовленным из графитированного лавсана, имеют лучшие счетные и шумовые характеристики. В работе<sup>17</sup> сообщалось, что ПК с катодом из алюминизированного лавсана чувствительна к жесткой компоненте дневного света.



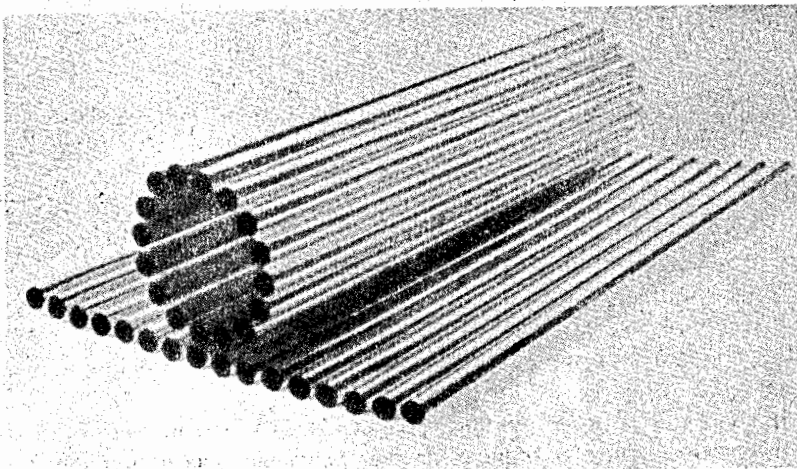


Рис. 1. Фотография двух блоков лавсановых трубок плоской и цилиндрической геометрии

нологию сборки ДК и делает их более жесткими. В качестве анодов применялись проволоки из бериллиевой бронзы диаметром 50 мкм и 100 мкм. Анодные проволоки фиксируются с точностью 20 мкм. Конструкция камеры показана на рис. 2.

Утечка газа из камеры при давлении 2 атм составляет  $\sim 2 \text{ см}^3/\text{сутки}$ . При испытаниях на прочность одна из камер выдержала избыточное давление 8 атм; более высокое давление не подавалось.

Камеры заполнялись газовой смесью из аргона, изобутана (25%) и метилала (3%) и испытывались с помощью  $\beta$ -источника с щелевым коллиматором (ширина щели — 1 мм) и телескопа из двух сцинтилляционных счетчиков. Для усиления сигналов с анодных проволок, использовались токовые усилители с входным сопротивлением  $\sim 80 \text{ Ом}$ , коэффициентом преобразования  $\sim 12 \text{ кОм}$  и собственным временем нарастания  $\sim 4 \text{ нс}$ . Порог регистрации электроники составлял  $\sim 2 \text{ мкА}$ .

Счетные характеристики камеры из алюминизированного лавсана при разных давлениях газа и толщинах анодной проволоки показаны на рис. 3. Во всех случаях ширина рабочей области по напряжению питания превышает 400 В. ДК обладает хорошей линейностью дрейфовой характеристики. На рис. 4 показана зависимость времени дрейфа электронов от координаты прохождения частицы через камеру с анодными проволоками диаметром 50 мкм при давлениях газа 1 и 2 атм.

Существенный вопрос для камер с тонкослойным катодом — это их надежность. В нашем случае толщина алюминиевого покрытия на лавсане

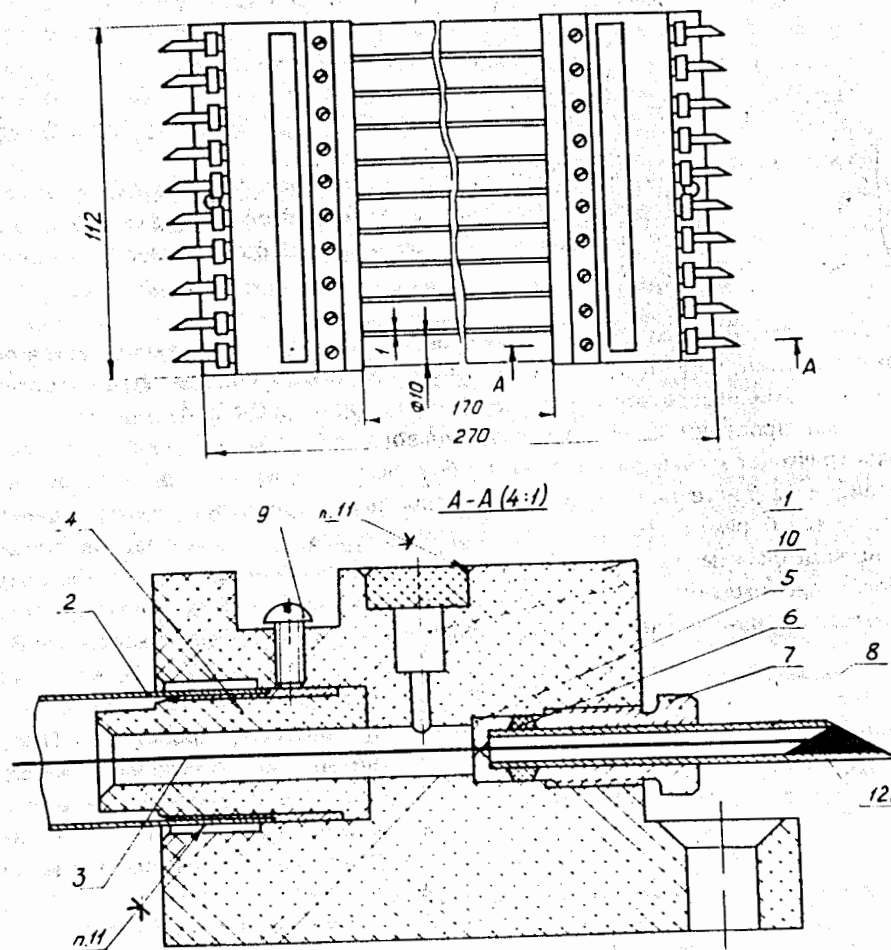


Рис. 2. Конструкция камеры: 1 — коллектор из оргстекла; 2 — блок лавсановых трубок; 3 — анодная проволока; 4 — втулка с металлическим кольцом; 5 — центрирующая шайба; 6 — уплотнение; 7 — штуцер; 8 — медная трубка; 9 — винт электрического контакта с катодом трубки; 10 — газовый канал; 11 — клеевые соединения (эпоксидная смола); 12 — пружина.

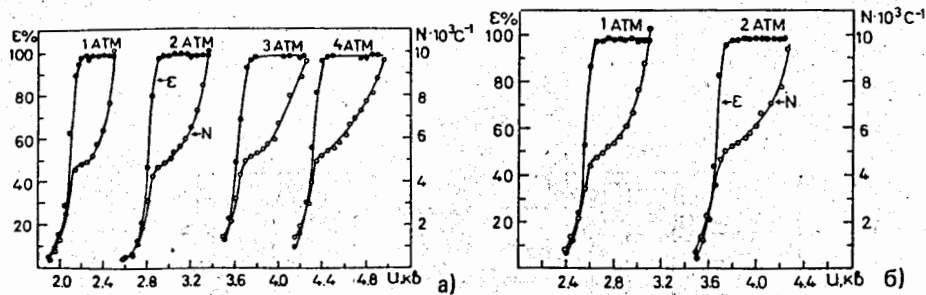


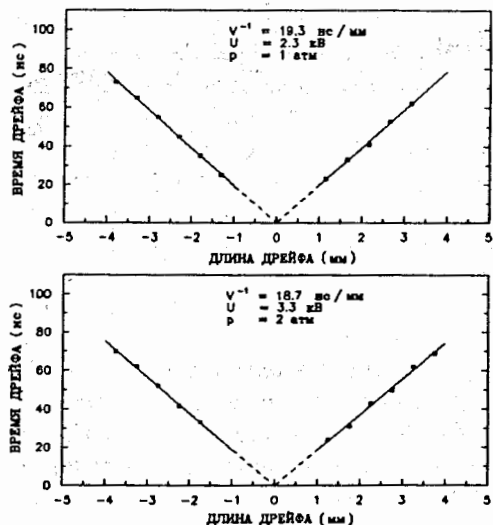
Рис. 3. Зависимость эффективности ( $e$ ) и скорости счета ( $N$ ) от напряжения питания камеры ( $U$ ) при различных давлениях газовой смеси: а) диаметр анодной проволоки — 50 мкм; б) диаметр анодной проволоки — 100 мкм.

составляла 0,07 мкм. (Эта величина была определена по разности весов образца пленки до и после стравливания с нее алюминия. Удельное сопротивление алюминиевого покрытия пленки составляло 1,3 Ом/см<sup>2</sup>).

Для проверки прочности алюминиевого слоя при воздействии на него электрического разряда одна из трубок была подвергнута длительной экспозиции на  $\beta$ -источнике, при этом камера была переведена в самогасящийся стримерный режим (в этом случае использовалась газовая смесь из аргона и насыщенных паров метилала [CH<sub>2</sub>(OCH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>] при комнатной температуре). После прохождения через камеру заряда в 1,6 Кл на 1 см длины анодной проволоки начало счетной характеристики на облучаемом участке трубки сместилось на 240 В, очевидно,

вследствие образования нароста на анодной проволоке. Изменений же со стороны катода замечено не было. Однако если в результате значительного превышения напряжения в камере зажигается искровой разряд, например, в случае сильного уменьшения давления паров метилала, он мгновенно выжигает линейные дорожки на катоде. Хотя

Рис. 4. Дрейфовые характеристики камеры при двух значениях давления газа; диаметр анодной проволоки — 50 мкм.

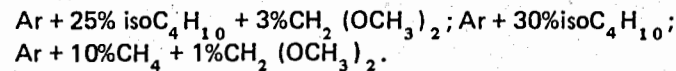


мы не заметили воздействия таких дорожек на работоспособность камеры, все-таки следует сделать вывод, что применение тонкослойных катодов требует повышенной осторожности и внимания к постоянству газовой смеси и рабочему напряжению камеры.

Была испытана работа данной камеры без постоянного продува газом. Напряжение на нее при этом подавалось эпизодически, только для контроля и измерения счетных характеристик. Оказалось, что камера в этих условиях сохраняет работоспособность приблизительно в течение месяца, но ее счетные характеристики постепенно смещаются в область более высоких напряжений.

Исследования ДК, изготовленной из графитированных лавсановых трубок, показали, что она обладает значительно большей шириной плато счетной характеристики по сравнению с камерой из алюминизированного лавсана, а также имеет низкий уровень шумов.

При дальнейшем детальном изучении камеры из алюминизированного лавсана выяснилось, что она чувствительна к видимому свету. Мы наблюдали одноэлектронные сигналы в ДК с различными газовыми наполнениями и при разных давлениях газа от лампы накаливания. Использовались газовые смеси:



Затемнение камеры позволяет расширить плато счетной характеристики до величины, равной длине плато ДК из графитированного лавсана.

Для иллюстрации этого эффекта на рис. 5 приведены счетные характеристики затемненной и незатемненной камер при давлении 3 атм. Счетная область светоизолированной ДК достигает 1,5 кВ.

Обрыв плато незатемненной камеры происходит из-за увеличения скорости счета фотонов при естественном освещении, когда амплитуда одноэлектронных сигналов превышает порог регистрации электроники.

Из сказанного следует, что для изготовления ДК предпочтительнее использовать графитированный лавсан, поскольку применение этого материала не требует затемнения камеры для получения больших счетных областей по напряжению.

С целью определения места образования фотоэлектронов были измерены временные спектры сигналов с ДК от импульсного источника света (длительность вспышки составляла ~ 15 нс). Стартовый сигнал вырабатывался фотоумножителем, на который с помощью оптического волокна подавалась часть света от вспышки. В результате установлено, что фотоэлектроны образуются на поверхности катода из алюминизированной лавсановой пленки.

Вероятно, причиной чувствительности ДК к видимому свету является снижение работы выхода электронов тонкослойного алюминиевого катода электрическим полем согласно теории Шоттки. Как известно, на поверхности алюминия легко образуется тонкая пленка диэлектрика Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. На этой пленке осаждаются положительные ионы, возникающие в процессе газового усиления. Образованный поверхностный заряд создает в катодном слое сильное

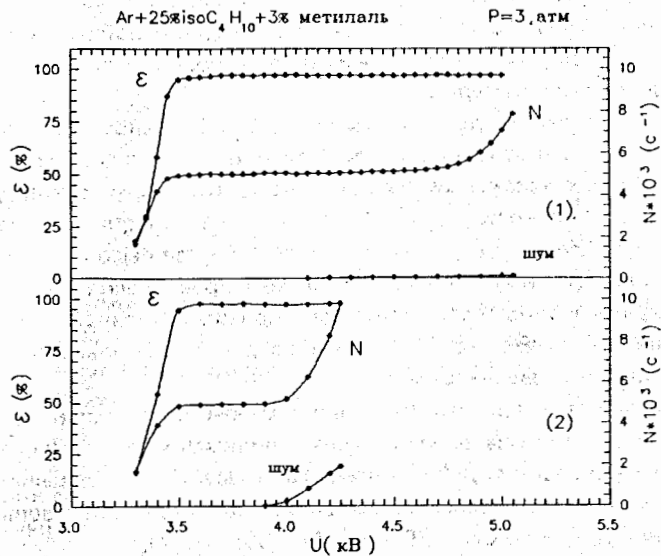


Рис. 5. Зависимость эффективности ( $\epsilon$ ) и скорости счета ( $N$ ) и интенсивности шума от напряжения питания ДК из алюминизированного лавсана. Диаметр анодной проволоки — 50 мкм: 1) камера светоизолирована, 2) камера без светоизоляции.

электрическое поле, которое понижает работу выхода и сдвигает красную границу фотоэффекта к большим длинам волн. По-видимому, дальнейшее исследование этого свойства ДК может оказаться полезным для практических целей.

В заключение нужно сказать, что к настоящему времени по разработанной технологии мы изготовили и испытали на стенде с радиоактивным источником дрейфовую камеру размером 0,85x0,7 м. Камера имеет очень хорошие счетные характеристики. Разброс положения плато эффективности по всей поверхности камеры составил не более 10%. Дальнейшие исследования характеристик ведутся на пучке частиц ускорителя ИФВЭ группой НИИЯФ МГУ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Baringer P. et al. — Nucl.Instr. and Meth., 1987, A254, p.542.
2. Ford W.T. et al. — Nucl.Instr. and Meth., 1987, A255, p.486.
3. Ash W.W. et al. — Nucl.Instr. and Meth., 1987, A261, p.399.
4. Adler J. et al. — Nucl.Instr. and Meth., 1989, A276, p.42.

5. Aulchenko V.M. et al. — Nucl.Instr. and Meth., 1989, A283, p.528.
6. Alekseev G.D. et al. — In JINR Rapid Communications N2 [41] -90, Dubna, 1990, p.27.
7. Ерин С.В. и др. — Препринт ИФВЭ 88-103, Серпухов, 1988.
8. Акименко С.А. и др. — Препринт ИФВЭ 90-59, Протвино, 1990.

Будагов Ю.А. и др.

P13-92-200

Дрейфовые камеры на основе блоков лавсановых трубок

Испытаны модели дрейфовых камер, изготовленных с использованием блоков лавсановых трубок. Технология формования блоков трубок развивается с целью создания камер большого размера (до 3–4 м). Представлены счетные и дрейфовые характеристики камер при разных давлениях газа и диаметрах анодной проволоки. Определен ресурс работы камеры.

Зарегистрирован фотоэффект на поверхности катода из алюминированной лавсановой пленки в видимой области спектра.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем и Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1992

Перевод авторов

Budagov Yu.A. et al.

P13-92-200

Drift Chambers on the Basis of Mylar Tubing Blocks

We tested the models of the drift chambers, which are constructed of mylar tubing blocks. The purpose of the tubing block forming technology is to create long chambers (up to 3–4 meters). There are count and drift characteristics of the chambers for different gas pressures and different diameters of sense wires. The service time of the chambers is defined.

We registered a photoeffect in the visible spectrum area, which is displayed on the surface of the mylar film cathode, covered by aluminium.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems and the Laboratory of High Energies, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1992