

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



A-50

10/15/75  
13 - 8331

508/2-75

В.В.Ализаде, А.В.Демьянов, Д.М.Хазинс

ШИРОКОАЗОРНЫЕ ИСКРОВЫЕ КАМЕРЫ  
ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ  
ОБРАТНОГО ЭЛЕКТРОРОЖДЕНИЯ ПИОНОВ  
( $\pi^- p - e^+ e^- n$ )

1974

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

В.В.Ализаде, А.В.Демьянов, Д.М.Хазинс

ШИРОКОЗАОРНЫЕ ИСКРОВЫЕ КАМЕРЫ  
ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ  
ОБРАТНОГО ЭЛЕКТРОРОЖДЕНИЯ ПИОНОВ  
(  $\pi^- p \cdot e^+ e^- \bar{n}$  )

Направлено в ПТЭ

В предлагаемой работе описываются широкозазорные трековые искровые камеры, которые используются в эксперименте <sup>/1/</sup> по изучению реакции обратного электророждения пионов  $\pi^- + p \rightarrow e^+ + e^- + n$ , и сообщаются результаты их исследования. В отличие от применявшихся ранее камер <sup>/2/</sup> с двумя зазорами по 22 мм и размерами 300 x 300 мм<sup>2</sup> данные искровые камеры /ИК/ имеют один зазор 50 мм и размеры 450 x 380 мм<sup>2</sup>.

Камера представляет собой рамку из оптического стекла толщиной 12 мм, на которую наклеены электроды из Al. Один из электродов имеет толщину 100 мкм /алюминиевая фольга/, а другой - 1 мм. Использование фольги в качестве электрода необходимо для уменьшения угла многократного рассеяния электронов и позитронов в веществе, что улучшает точность восстановления геометрии исследуемой реакции. Все детали искровых камер склеены эпоксидной смолой ЭД-6. Камеры работают при атмосферном давлении.

### Генераторы Аркадьева-Маркса

Высоковольтный импульс, подаваемый на ИК, формируется в два этапа. Сначала с помощью запускающего генератора <sup>/2/</sup> вырабатывается импульс поджига, который запускает два генератора Аркадьева-Маркса.

Генератор Аркадьева-Маркса состоит из пяти каскадов /рис. 1/. В схеме использованы емкости величиной  $C_0 = 2200$  нФ типа К15-4, что дает величину разрядной емкости генератора  $C_{\text{разр.}} = \frac{C_0}{5} = 440$  нФ. Генератор не герметизирован, и пробой разрядников происходит в воздухе при атмосферном давлении.

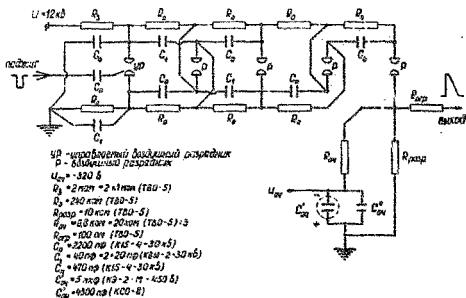


Рис. 1. Схема генератора Аркадьева-Маркса.

К особенностям конструкции данного генератора необходимо отнести включение управляемого разрядника в первом каскаде по схеме, предложенной в работе <sup>/3/</sup>. Эта схема отличается тем, что после пробоя поджигающего промежутка импульс поджига выделяется на сопротивлении заземляемого электрода разрядного промежутка и создает тем самым перенапряжение на нем, что уменьшает временной разброс в срабатывании первого каскада, а также увеличивает диапазон напряжений, при которых работает управляемый разрядник. Кроме того, для увеличения скорости коммутации в генераторах используются разрядники из дюралюминия <sup>/3/</sup>, который характеризуется малой работой выхода по сравнению с обычно используемыми материалами /сталь, латунь/. Для улучшения переднего фронта высоковольтного импульса и увеличения надежности работы генераторов Аркадьева-Маркса в первых трех каскадах поставлены дополнительные емкости <sup>/4/</sup>,  $C_1 = 40 \div 50 \text{ пФ}$ , которые увеличивают перенапряжение последующих каскадов генератора при пробое предыдущих. Благодаря этим мерам, генераторы имеют широкий диапазон рабочих напряжений, эффективность их работы остается стопроцентной при изменении напряжения питания от 8 до 13 кВ. Широ-

кий диапазон рабочих напряжений создает удобства при исследовании ИК и гарантирует надежность работы генераторов при изменении напряжения, атмосферных условий и обгорании электродов.

Два генератора, используемые в эксперименте, были настроены в процессе их сборки, проработали затем более 500 час и после полутора миллионов срабатываний не изменили своих характеристик.

Высоковольтный импульс описываемых генераторов Аркадьева-Маркса имеет положительную полярность, длительность на полувысоте 500 нсек, длительность переднего фронта - 8 нсек на активной нагрузке и 15 нсек на входе в ИК. Среднеквадратичный разброс времени формирования высоковольтного импульса составляет 6 нсек.

#### *Эффективность и время памяти ИК, влияние добавок метана*

Изучение параметров ИК проводилось как на космических лучах, так и на пучке  $\pi^-$ -мезонов синхроциклотрона Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ. Во время исследований ИК обычно ставились под углом  $20^\circ$  к проходящим частицам, а большинство характеристик ИК было получено при амплитуде высоковольтного импульса  $\approx 30$  кВ.

При исследовании камер, наполненных чистым неоном, выяснилось, что треки сопровождаются пробоями по стеклу. Яркость и количество таких пробоев так велико, что они маскируют и во многих случаях ослабляют яркость треков, что приводит к снижению эффективности ИК. Со временем, по мере загрязнения газа камер, яркость и число пробоев по стеклу, сопровождающих треки, уменьшаются, и одновременно уменьшается время памяти ИК. На рис. 2 приведена одна из кривых измерения времени памяти ИК при наполнении ее неоном "особой чистоты", а на рис. 3 - зависимость времени памяти от времени с момента наполнения ИК чистым неоном. /При определении эффективности ИК отбирались треки

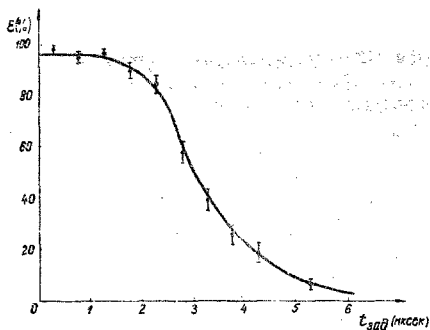


Рис. 2. Время памяти ИК при наполнении неоном "особой чистоты".

только хорошего качества, без изломов, и идущие по следу частиц./

По-видимому, причиной разрядов по стеклу является фотонное излучение, вызываемое разрядом по треку частицы. Поэтому в ИК были введены добавки метана,

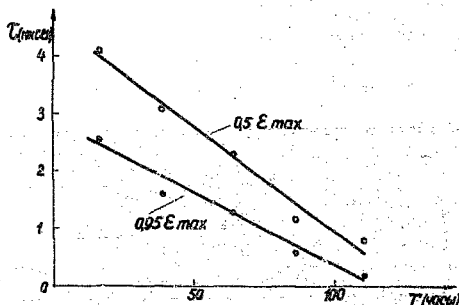


Рис. 3. Зависимость величины времени памяти  $t$  ИК от времени с момента наполнения их неоном.  $\circ$  - соответствует определению времени памяти на уровне 0,5 от максимальной эффективности,  $\bullet$  - на уровне 0,95 от максимальной эффективности.

который является хорошим поглотителем фотонного излучения. Действительно, уже небольшие добавки метана сильно снизили яркость пробоев по стеклу и существенно уменьшили количество слабых треков в ИК. Это видно из рис. 4, на котором приводится зависимость отношения  $\eta$  числа треков нормальной яркости к числу запусков ИК от количества примеси метана. Начиная с примеси метана 0,4 ÷ 0,5%, практически все треки имеют одинаковую яркость.

Одновременно добавка метана уменьшает время памяти ИК<sup>5/</sup>; на том же рис. 4 приведена кривая, показывающая, как меняется время памяти описываемых ИК от количества примеси метана.

На основании кривых, приведенных на рис. 4, выбран состав рабочей смеси: 99,6% неона "особой чистоты" и 0,4% метана.

Так как наполнение ИК рабочим газом производилось методом продува, оказалось удобным сразу приготовить баллон с нужным составом смеси и затем, по мере необходимости, продувать этой смесью камеры. Схема продува показана на рис. 5.

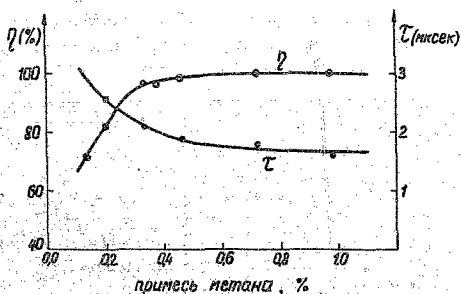


Рис. 4. Изменение времени памяти  $\tau$  ИК на уровне  $\epsilon = 0,95 \epsilon_{\max}$  и отношения  $\eta$  числа треков нормальной яркости к числу запусков ИК в зависимости от количества примеси метана.

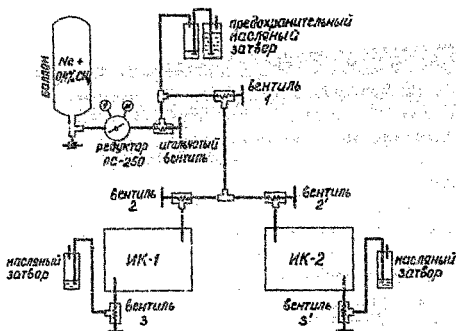


Рис. 5. Схема продува ИК.

При исследовании работы ИК в условиях больших интенсивностей пучка проходящих частиц определялась вероятность регистрации двух и более треков, что позволяет определить время памяти ИК независимым образом. Измерения проводились при разных интенсивностях пучка и дали согласующиеся между собой величины времени памяти: 2,5 мсек. При больших нагрузках  $\sim 10^5 \text{ сек}^{-1}$  было замечено уменьшение эффективности ИК на  $\sim 5-6\%$ .

### Угловая зависимость

Одной из наиболее важных характеристик широкозазорной ИК является зависимость ее эффективности от угла, образуемого проходящей частицей с направлением электрического поля в ИК. Несмотря на то, что в широкозазорных ИК наблюдаются треки под углами до  $50^\circ$  [6-8], стопроцентной эффективности при таких углах обычно не удается получить.

Результаты измерений зависимости эффективности наших камер от угла наклона треков приведены на



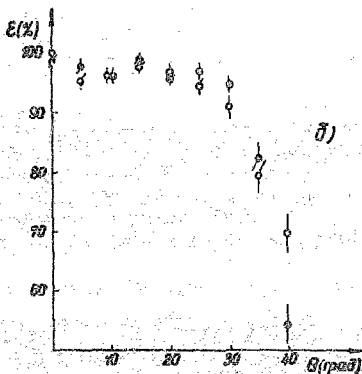


Рис. 6. Зависимость эффективности  $\epsilon$  ИК от угла прохождения частиц.  $\circ$  - первая ИК,  $\ominus$  - вторая ИК. Кривые а/ и б/ получены при разном относительном отверстии объектива.

рис. 6а. Уменьшение эффективности ИК с увеличением угла обусловлено тем, что при достаточно больших углах  $/20^\circ - 30^\circ/$  в камерах появляются треки меньшей яркости. При дальнейшем увеличении угла растет степень их ослабления так, что некоторые из них не регистрируются на фотопленке. Изменение чувствительности регистрирующей аппаратуры должно приводить к изменению угловой зависимости эффективности ИК, что видно из

рис. 66, на котором приведены результаты измерений при меньшем относительном отверстии объектива.

Обычно ослабление яркости треков под большими углами объясняется увеличением времени развития разряда /9/ и в связи с этим уменьшением количества энергии, выделяемой в разряд. Мы также наблюдали, что при увеличении угла от  $5^\circ$  до  $35^\circ$  среднее время развития разряда увеличивается на 6 нсек /6% от времени формирования искрового разряда/. Однако в нашем случае длительность импульса с генератора Аркадьева-Маркса велика /500 нсек на полувысоте/, так что изменение количества энергии, выделяемой в разряд, с увеличением времени развития разряда очень мало и не может объяснить наблюдаемого ослабления яркости треков.

Возможно, на ослабление треков при увеличении угла влияют пробой по стеклу. Дополнительная задержка в развитии разряда для наклонного трека приводит к тому, что разряды по стенкам ИК развиваются в большей степени и сильнее шунтируют разряд по треку. Визуально они наблюдаются в наших камерах постоянно, хотя в большинстве случаев не видны на фотопленке, так как относительная яркость их мала.

Фотография треков с двух ИК приведена на рис. 7.

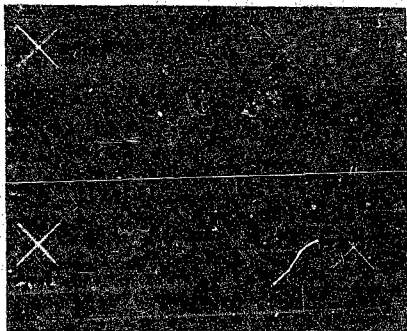


Рис. 7. Фотография треков с двух ИК. Кроме треков, на фотографии видны изображения реперных сеток и крестов.

В заключение авторы считают своим приятным долгом поблагодарить Л.Л.Неменова за постоянную поддержку работы, А.В.Купцова за разработку и изготовление вспомогательной электронной аппаратуры, Г.Г.Мкртчяна за участие в работе на начальной стадии, С.Г.Пластинину за помощь при изготовлении искровых камер.

#### *Литература*

1. А.В.Демьянов, А.В.Купцов и др. Сообщение ОИЯИ, 13-7683, Дубна, 1974.
2. А.В.Демьянов, Г.Г.Мкртчян. Сообщение ОИЯИ, 13-6200, Дубна, 1971.
3. М.М.Кулюкин и др. Сообщение ОИЯИ, P13-6533, Дубна, 1972.
4. E. Gygj, F. Schneider. Preprint CERN-64-46 (1964).
5. И.И.Громова и др. ПТЭ, 1, 64 /1965/.
6. А.М.Говоров и др. ПТЭ, 6, 49 /1961/.
7. А.А.Борисов и др. ПТЭ, 1, 49 /1962/.
8. А.А.Тяпкин, Цзоу Чжу-Лянь. ПТЭ, 5, 84 /1962/.
9. L. Caris, B. Kuiper, E.M. Williams. Nucl. Instr. Meth., 59, 145(1968).

Рукопись поступила в издательский отдел  
21 октября 1974 года.