

7-99  
70

23 +



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория ядерных проблем

А.А. Тяпкин, Цзоу Чжу-лянь

Д - 870

ПОЛУЧЕНИЕ РАЗРЯДА  
В ИСКРОВОЙ КАМЕРЕ  
ВДОЛЬ ТРЕКА ЧАСТИЦЫ

*ТТЭ, 1962, №5, с 84-87.*

*Научно-техн. конф. по ед. резонанс., 5-2*

*Физики... М., Госатомиздат, 1963, с 15-22*

А.А. Тяпкии, Цзоу Чжу-лянь

Д - 870

ПОЛУЧЕНИЕ РАЗРЯДА  
В ИСКРОВОЙ КАМЕРЕ  
ВДОЛЬ ТРЕКА ЧАСТИЦЫ

1334, 48.

Объединенный Ин-  
ститут ядерных исследований  
БИБЛИОТЕКА

При исследовании газоразрядной камеры японскими физиками Фукуи и Миямото<sup>/1/</sup> наблюдалось интересное явление возникновения разряда вдоль трека ионизирующей частицы в тех случаях, когда направление ее движения составляло с направлением электрического поля угол не больше  $30^\circ$ . Нужно отметить, что несмотря на большое число ранее приведенных исследований разряда в газе, даже в теоретических рассмотрениях не учитывалась возможность образования стримерного канала, наклонного к направлению внешнего электрического поля. Простое объяснение этому явлению было дано в следующей работе тех же авторов<sup>/2/</sup> на основе учета взаимного влияния пространственного заряда соседних лавин, развитие которых предшествует образованию стримерного разряда. Количественной теории, описывающей влияние различных факторов на образование наклонного к полю разряда, пока не существует, и оптимальные условия возникновения такого разряда выясняются экспериментально. Эти исследования представляют прежде всего практический интерес, так как результаты их могут быть использованы для создания надежно действующих разрядных камер, обладающих более высоким пространственным разрешением по сравнению с обычными искровыми камерами. Так, например, получение наклонного к полю разряда вдоль трека частицы очень важно для многослойных камер, используемых для определения поляризации протонов по асимметрии углового рассеяния их в материале электродов камеры.

Использованная в работе<sup>/1/</sup> разрядная камера имела одну конструктивную особенность: проводящие слои электродов были отделены от газового объема камеры слоем диэлектрика. В последующих исследованиях<sup>/3,4/</sup>, проведенных в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ, также использовались камеры с внешними электродами. Затем в работе<sup>/5/</sup> была показана возможность получения наклонного к полю разряда в камере с электродами без диэлектрической прослойки.

В настоящей работе исследовались условия получения наклонного к полю разряда вдоль трека ионизирующей частицы в камере с электродами из алюминиевой фольги без слоев диэлектрика между электродами и рабочим объемом камеры. Эти исследования проводились с целью получения сведений, необходимых для создания большой многослойной разрядной камеры для измерения поляризации протонов отдачи в реакции упругого рассеяния  $\pi$ -мезонов на водороде.

### Конструкция камеры и система импульсного питания

Искровая камера состояла из двух газовых промежутков между тремя электродами из алюминиевой фольги толщиной 7 мк. Электроды имели прямоугольную форму. Размеры электродов указаны на рис. 1. Для устранения разряда, вызванного краевым эффектом, два противоположных края каждого электрода имели закругления, выполненные за счет натягивания фольги на рамки из плексигласа с алюминиевыми трубками на двух сторонах. Радиус закругления электродов определялся соответственно радиусом трубки, равным 5 мм. Два других края каждого электрода, оставшиеся без закругления, были удалены от разрядных промежутков камеры. Крепление электродных пластин позволяло плавно изменять расстояние между электродами. Электродная система помещалась в алюминиевый бокс с двумя окнами для наблюдения и фотографирования разряда. Вакуумные уплотнения соединений окон из плексигласа со стенками бокса были выполнены на резине.

Включенные в схему совпадения счетчики Гейгера (счетчики типа МС-7) выделяли частицы, прошедшие через камеру в определенном интервале углов к направлению электрического поля между электродами камеры. Импульс от схемы совпадения поджигал тиратрон ТГЗ 0,1/1,3 (см. схему на рис. 1). Положительный импульс от этого тиратрона с амплитудой 850 в использовался для поджигания высоковольтного водородного тиратрона типа ТГИ1-325/16. Током высоковольтного тиратрона разряжалась емкость  $C=0,04$  мкф. При этом на индуктивности  $L$  возникал отрицательный импульс треугольной формы длительностью у основания 0,3 мксек и с временем нарастания около  $10^{-8}$  сек. Амплитуда импульса определялась величиной напряжения на аноде высоковольтного тиратрона.

Для увеличения крутизны высоковольтный импульс подавался на средний электрод через водородный разрядник типа РВ-2. Разрядник при отсутствии высоковольтного импульса разрывал цепь между индуктивностью  $L$  с малым омическим сопротивлением и батареей, создающей постоянное электрическое поле для убиранья электронов и ионов из рабочего объема камеры.

Данная система импульсного питания обеспечивала появления высокого напряжения между электродами камеры с минимальной задержкой 0,4 мксек после прохождения частицы через камеру. В схеме управления имелась возможность изменять время задержки высоковольтного импульса от 0,4 до 2,0 мксек.

### Результаты измерений

При наполнении камеры неоном с примесью аргона (0,5%) до давления 1,5 атм и при расстоянии между электродами, равном 17 мм, визуально наблюдаемый разряд в камере возникал при амплитуде высоковольтного импульса 7,5 кв. С увеличением напряжения на аноде тиратрона резко возрастала интенсивность свечения искрового канала. При этом искровой разряд приводил к точечному прожиганию алюминиевой фольги электродов. Для уменьшения тока в разряде крайние электроды камеры заземлялись через отдельные сопротивления в 15 ом. Эти сопротивления необходимы были также для устранения взаимного влияния разрядов в отдельных промежутках камеры.

При наличии прошедшей через камеру ионизирующей частицы искровой разряд возникал только в месте прохождения частицы вплоть до напряжения 18 кв. Однако при отсутствии проходящей через камеру частицы искровой разряд возникал между средним электродом и стенкой бокса, начиная с 15 кв. Прожигание электродов не приводило к появлению ложных разрядов.

Основное преимущество искровой камеры без диэлектрических прослоек состоит в возможности уменьшения разрешающего времени за счет создания постоянного электрического поля, очищающего объем камеры от электронов. Эффективность регистрации космических частиц, прошедших через камеру, была измерена при амплитуде импульса питания 10 кв, при разных задержках высоковольтного импульса и при различных напряжениях очищающего поля. Полученные кривые временного разрешения для отдельного промежутка камеры приведены на рис. 2.

Наблюдающееся уменьшение эффективности с увеличением задержки импульса при наличии очищающего поля доказывает, что разряд в камере возникает только от электронов, созданных космической частицей.

Изучение образования наклонных к полю разрядных каналов производилось при различных амплитудах питающего импульса и при различном наполнении камеры. Было выяснено, что предельный угол для образования наклонного к полю искрового канала вдоль цепочки электронов, образованных ионизирующей частицей, возрастает с увеличением амплитуды высоковольтного импульса. При перенапряжении меньше 1 кв искровой разряд возникает только по направлению внешнего электрического поля.

При добавлении к неону спирта наблюдалось резкое уменьшение предельного угла для образования наклонного стримера. При наполнении камеры аргоном 1,1 атм не получено удовлетворительных результатов, видимо, в связи с имевшимся ограничением увеличения перенапряжения на камере. (Разряд в камере, наполненной чистым аргоном, начинался при 16 кв. Максимально возможное напряжение, получаемое в описанной системе импульсного питания, составляло 18 кв).

Наибольший предельный угол для образования наклонного стримерного канала наблюдался при наполнении камеры чистым неоном и неоном с примесью 0,5% аргона при использовании разрядника РБ-2 (см. рис.1). С вероятностью около 100% разряд возникал вдоль трека частицы со сравнительно небольшими искажениями у электродов для углов наклона до  $35^\circ$ . На рис. 3 изображена фотография разряда в камере при прохождении частицы под углом  $44^\circ$ . Фотографирование производилось через синий светофильтр СС-12 при диафрагме 22 ед. Камера была наполнена чистым неоном до давления 1,5 атм. Межеlectродное расстояние было равным 23 мм. Высоковольтный импульс подавался через разрядник РБ-2 с задержкой 0,4 мксек и амплитуда импульса составляла 14 кв. Очищающее поле отсутствовало. Синий светофильтр позволял при фотографировании выделить центральную область искрового канала. Для сравнения на рис. 4 приводится разряд от частицы, прошедшей под углом  $35^\circ$ , сфотографированный без светофильтра.

При прохождении частицы через камеру под углом большим  $30^\circ$  в наклонном искровом канале появляются искажения у электродов. Относительная величина этих искажений быстро растет с углом наклона трека и становится значительной для углов  $40-50^\circ$ . В этой области углов наряду с искаженными у электродов наклонными искровыми разрядами возникают также разряды, идущие строго по направлению электрического поля. Вероятность возникновения таких спрямленных разрядов для угла  $45^\circ$  не превышает 10%, а для угла  $50^\circ$  она составляет уже около 90%.

Следует отметить, что в камере Фукуи и Миямото<sup>12/</sup> стабильный наклонный разряд наблюдался от частиц, прошедших через камеру под углом до  $15^\circ$ . В области углов  $15-30^\circ$  разряд вдоль трека частицы возникал нестабильно с большими изломами и разветвлением искрового канала.

Таким образом, результаты, полученные в настоящей работе, не подтвержда-



ют высказанного ранее предположения<sup>/3/</sup> о том, что наличие диэлектрических прослоек между газовым промежутком и проводящими слоями электродов способствует образованию наклонного к полю разрядного канала вдоль цепочки электронов, созданных ионизирующей частицей. Получение наклонного разряда в более широкой области углов следует объяснить применением в настоящей работе более высокого давления газа и более быстрого нарастания высокого напряжения между электродами камеры.

Ранее уже отмечалось<sup>/1-5/</sup>, что для образования наклонного к полю разряда необходимо достаточно быстрое нарастание электрического поля между электродами камеры. В работе<sup>/5/</sup> было показано, что по мере увеличения времени нарастания высокого напряжения на искровом счетчике происходит увеличение искажения разрядного канала у отрицательного электрода. При некотором достаточно большом времени нарастания импульса разряд становится возможным только вдоль электрического поля. На основании этих наблюдений авторы сделали вывод, что искажения в наклонном разрядном канале, а также переход с увеличением времени нарастания напряжения к разряду вдоль поля происходят из-за смещения цепочки "начальных" электронов под действием нарастающего электрического поля.

В наших измерениях за счет использования двух искровых счетчиков с общим электродом имелась возможность непосредственного измерения величины смещения разрядных каналов под действием нарастающего электрического поля. Для случая, изображенного на рис. 3, это смещение составляет всего  $1 \text{ мм}^{\text{х)}}$ . Лишь искажения разрядных каналов у отрицательного электрода можно было бы объяснить наблюдающимся смещением начальных электронов. Наибольшие же искажения возникают у положительных электродов. Эти искажения не могут быть, очевидно, связанными с дрейфом начальных электронов в сторону положительных электродов.

Таким образом, кроме искажений в наклонном разрядном канале, обусловленных перемещением цепочки "начальных" электронов под действием нарастающего электрического поля, у положительного электрода имеются искажения другой

х) Смещение разрядных каналов в различных промежутках камеры устраняется включением очищающего поля около 100 в соответствующей полярности.

природы, возрастание которых с увеличением угла наклона трека приводит к ограничению по углу возникновения наклонных искровых каналов вдоль трека ионизирующей частицы. При увеличении расстояния между электродами уменьшится относительная доля этих искажений в искровом канале, что должно в свою очередь привести к уменьшению вероятности возникновения спрямленных разрядов для больших углов наклона.

На рис. 5 представлена фотография разряда в большой искровой камере, содержащей 8 отдельных промежутков. Конструкция электродной системы аналогична описанной выше. Рабочая площадь электродов равна  $25 \times 50 \text{ см}^2$ ; межэлектродное расстояние - 23 мм. Камера была выполнена неоном до давления 1,4 атм. Для образования наклонных разрядов в этой камере, имеющей емкость электродной системы около 500 пф, необходимо при использовании той же системы импульсного питания соответственно большее перенапряжение, чем для малой искровой камеры.

Изображенный на рис. 5 разряд имеет угол наклона  $40^\circ$ . Амплитуда импульса питания была равна 16 кв.

Пользуемся случаем выразить благодарность за помощь в работе Б.М.Антонову и И.М.Василевскому.

#### Л и т е р а т у р а

1. S.Fukui, S.Miyamoto, Nuovo Cimento XI, 113 (1959).
2. S.Fukui, S.Miyamoto, Physical Institute Nagoya University, Japan, Preprint (1959).
3. А.А.Тяпкин, Reprinted from Proceedings of the Intern. Conf. on High-Energy Instrumentation, Berkeley (1960).
4. А.М.Говоров, В.И.Никаноров, Г.Петер, А.Ф.Писарев, Х.Позе. Препринт Д-715, ОИЯИ, 1961г.
5. А.А.Борисов, Б.А.Долгошеин, Б.И.Лучков, А.В.Решетин, В.И.Умаков. ПТЭ № 1 (1962).

Рукопись поступила в издательский отдел  
27 декабря 1961 года.



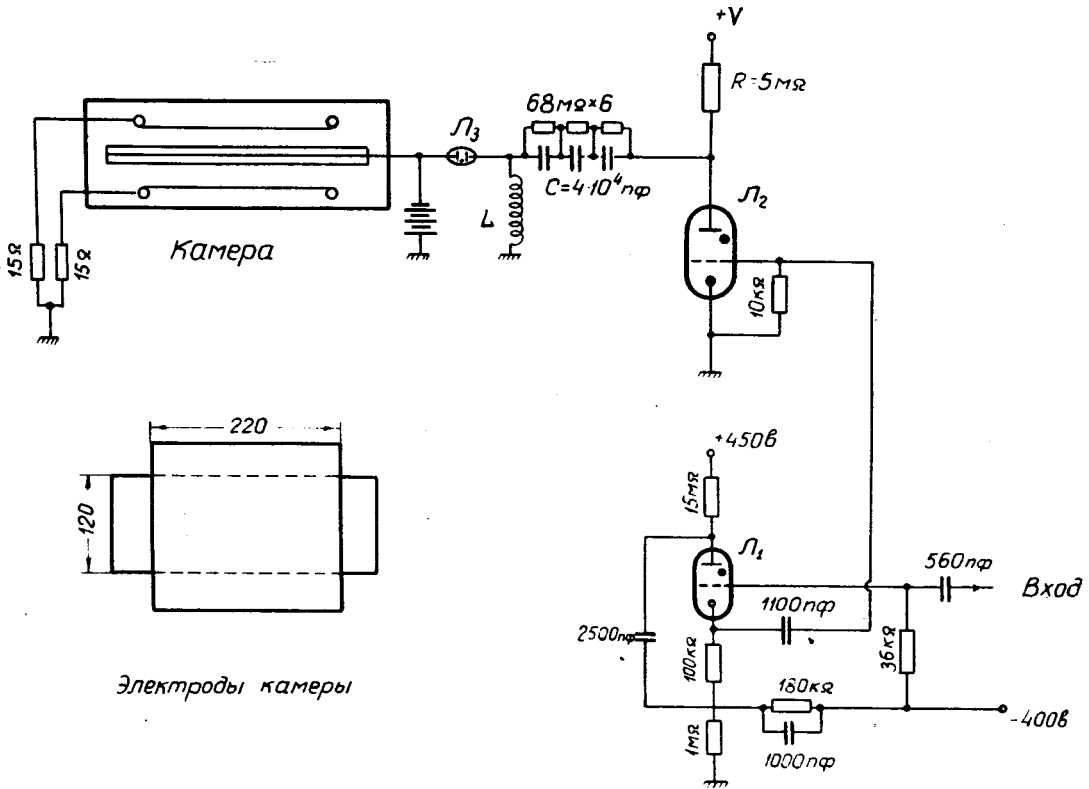


Рис. 1. Принципиальная схема. Л<sub>1</sub> - ТГЗ<sup>01</sup>/1,3 ; Л<sub>2</sub> - ТГИ1<sup>325</sup>/16; Л<sub>3</sub> - РВ-2.

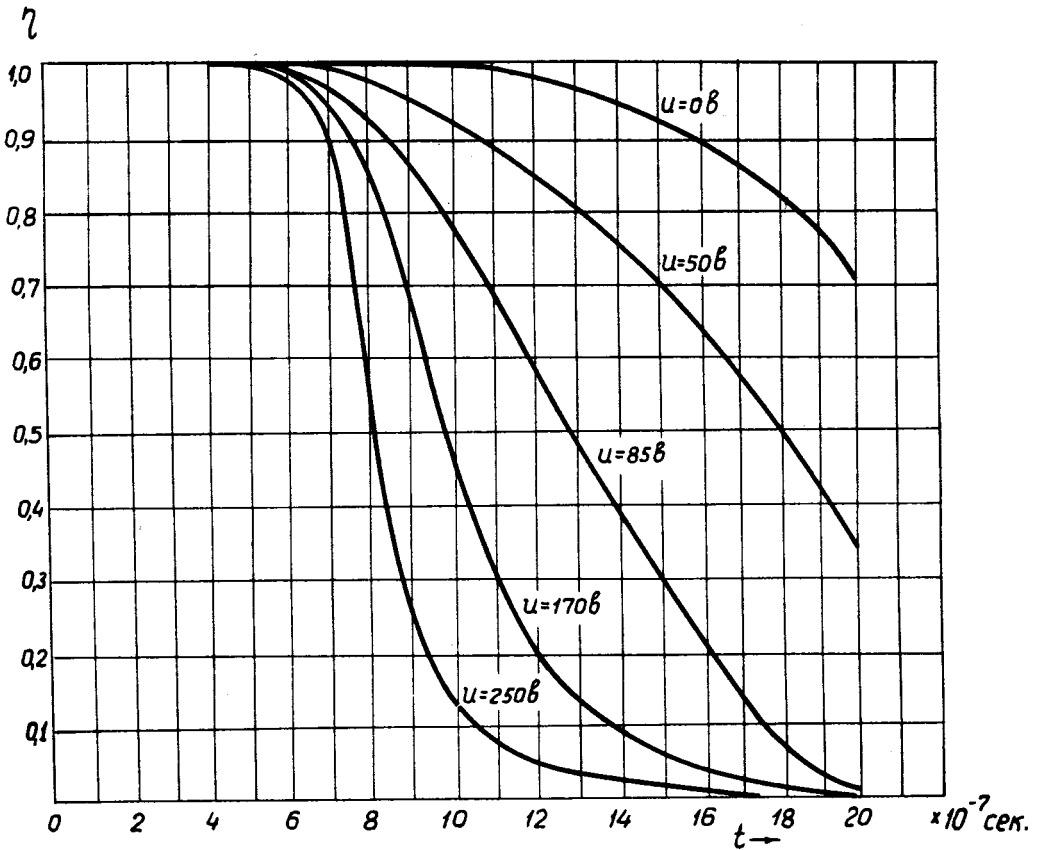


Рис. 2. Эффективность регистрации частиц в камере.  
 $\eta$  - эффективность,  $t$  - задержка импульсов,  
 $u$  - величина очищающего поля.

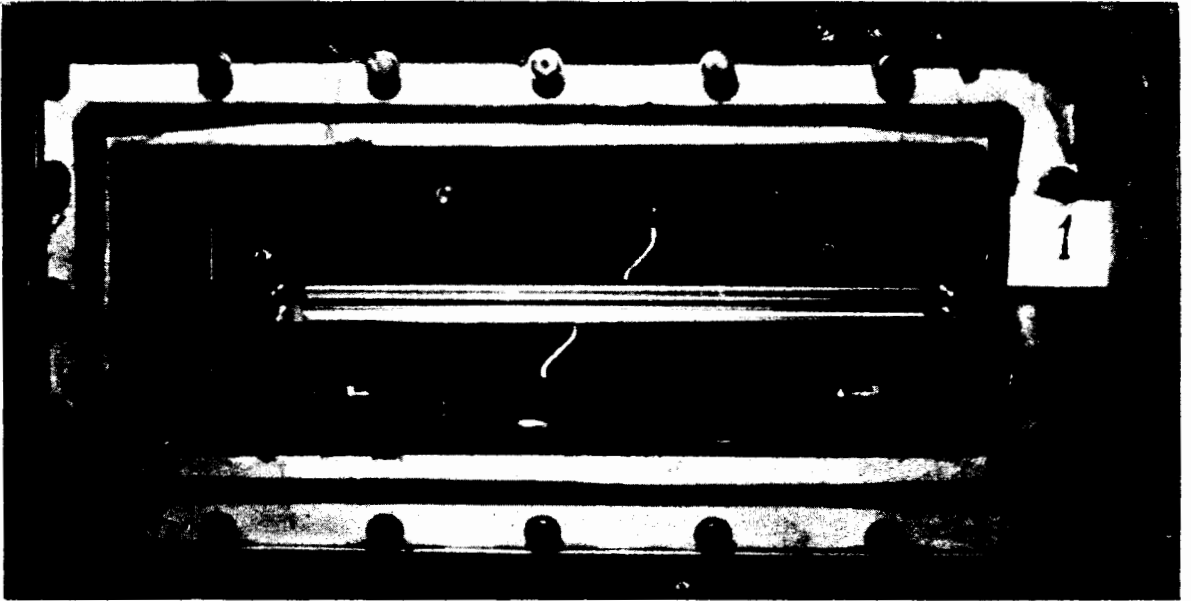


Рис. 3.

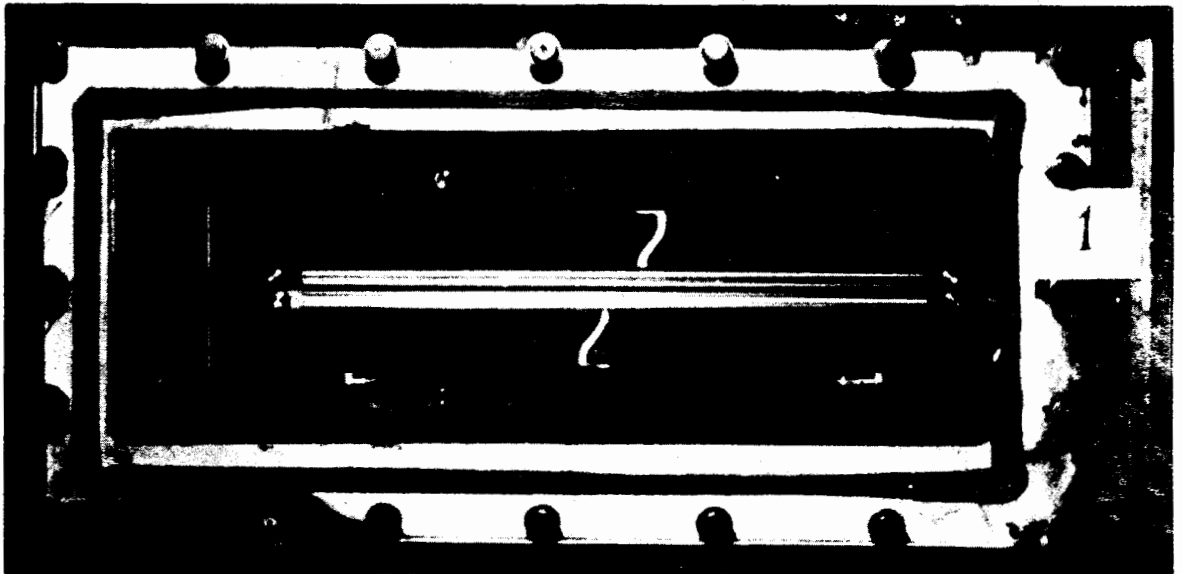


Рис. 4.

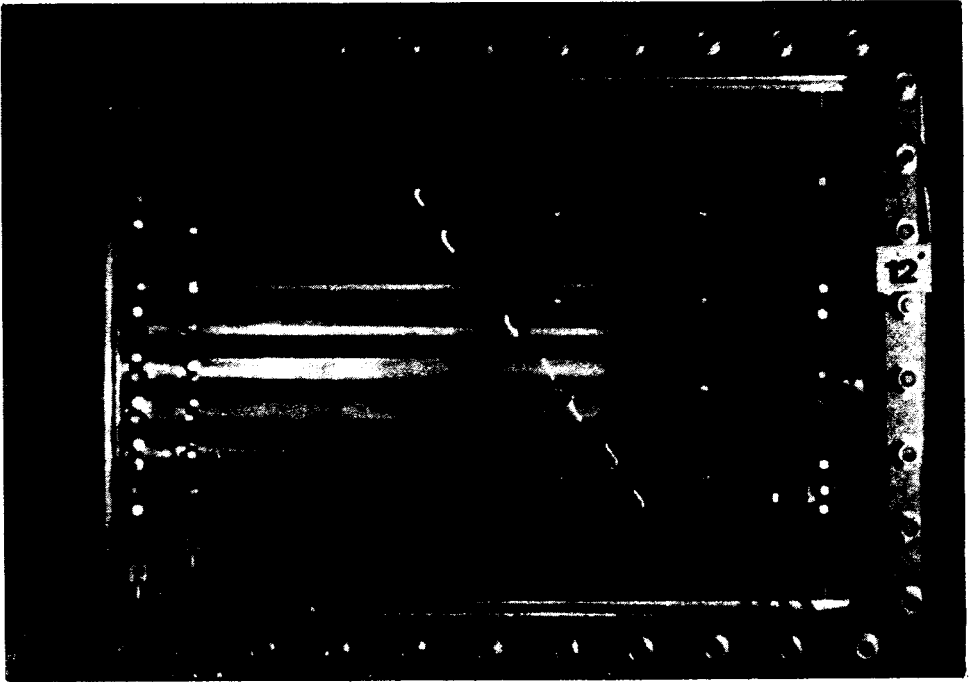


Рис. 5.