

ВМ

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория высоких энергий

P-484

И.Б.Иссинский, К.П.Мызников

СИГНАЛЬНЫЙ ЭКЗЕМПЛЯР

ПРИМЕНЕНИЕ РОТОРНЫХ МИШЕНЕЙ
ДЛЯ ВЫВОДА ВТОРИЧНЫХ ЧАСТИЦ
ИЗ СИНХРОФАЗОТРОНА
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна 1960 год

P-484

И.Б.Иссинский, К.П.Мызников

ПРИМЕНЕНИЕ РОТОРНЫХ МИШЕНЕЙ
ДЛЯ ВЫВОДА ВТОРИЧНЫХ ЧАСТИЦ
ИЗ СИНХРОФАЗОТРОНА
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Конструкция и схема управления роторной мишени

В связи с расширением программы исследований, проводимых на синхрофазотроне Объединенного института ядерных исследований, возникла необходимость применения для вывода ускоренных частиц мишеней, отвечающих требованиям большой надежности, быстрого действия, возможности расположения их на любой азимутальной координате кольца ускорителя и, наконец, совмещения нескольких экспериментов в одном цикле. С этой целью был разработан привод роторного типа, предназначенный для ввода в рабочую область ускорителя мишеней весом до 500 г. В основу конструкции положены идеи, сообщенные в отчете Калифорнийского университета¹. Принцип работы этого привода основан на взаимодействии токовой катушки с магнитным полем синхрофазотрона.

На фиг. 1 /а/ дан общий вид привода в нерабочем положении. В этом положении мишень располагается на дне вакуумной камеры, так что ускоряемый пучок проходит выше нее. Вывод мишени в рабочее положение осуществляется с помощью механизма параллельного переноса, соединенного с осью, к противоположному концу которой прикреплены две катушки. Катушки закреплены одна относительно другой под углом 80° . При подаче тока J в ведущую катушку 1 и при наличии поля напряженности H возникает вращающий механический момент M :

$$M = k H J S m ,$$

где S - проекция площади катушки на направление магнитных силовых линий, m - число витков катушки, k - коэффициент, зависящий от выбора системы единиц.

Усилие от ведущей оси через вспомогательный параллелограмм передается ведомой оси, что обеспечивает необходимую одновременность работы всех звеньев механизма параллельного переноса. В подвижных сочленениях применены бронзовые подшипники скольжения. Значительное число таких сочленений предъявило жесткие требования к точности изготовления подвижных деталей и строгой их соосности. Для того, чтобы смягчить удар в момент прихода

в рабочее положение [фиг.1 /б/] , в катушке II до подхода мишени к крайнему положению создается тормозящий импульс тока. Катушки имеют площадь около 150 см^2 каждая и по 120 витков из провода диаметром 0,64 мм. Подвод тока к катушкам осуществляется в различных вариантах мишеней либо с помощью коллектора, либо с помощью многожильного гибкого медного провода. Оба способа надежны, но последний более прост. Каркасы катушек выполнены так, чтобы не создавался замкнутый контур для вихревых токов, возникающих при движении мишени. Это позволило увеличить скорость хода мишени. Однако, в ряде случаев эффект торможения вихревыми токами может быть использован для получения плавного хода.

Блок-схема управления мишенью приведена на фиг. 2. Импульс, связанный с определенной величиной магнитного поля, включает ток в ведущую катушку. При повороте ротора на определенный угол, датчик угла поворота включает импульс тока в тормозящую катушку. Спустя заданное время после прихода мишени в рабочее положение, реле переключает ток в катушку II и разрывает цепь катушки I. Таким образом, мишень возвращается в нерабочее положение. Значение токов, а также длительность и момент включения тормозящего импульса подбираются экспериментально в зависимости от условий использования мишени. В качестве индикаторов конечных положений и датчика угла поворота использовались концевые переключатели и конденсатор переменной емкости. Более надежным в эксплуатации оказался конденсатор. На фиг. 3 дана схема управления роторной мишенью с использованием в качестве датчика угла поворота переменного конденсатора, ротор которого ⁴²вращается вместе с ротором мишени. Переключателем ВК-3 определяется род работы мишени. В положении I схема срабатывает каждый цикл, в положении II ее работа определяется устройством, программирующим поочередное включение нескольких мишеней. Импульс, связанный с определенным значением магнитного поля, запускает триггер /Л₅/, служащий для задержки момента срабатывания тиратрона /Л₆/ . Находящееся в анодной цепи тиратрона реле РВЭ включает ток в ведущую катушку мишени и одновременно замыкает цепь реле обратного хода РОХ. Реле обратного хода срабатывает через регулируемый интервал времени, в течение которого емкость С₁₀ заряжается до напряжения срабатывания реле.

В этот момент разрывается цепь ведущей катушки и дается ток в возвратную катушку, после чего мишень начинает движение в обратном направлении.

При повороте ротора емкость переменного конденсатора изменяется от 200 до 1000 пф. Питается датчик поворота от РС - генератора, работающего на частоте 30 кгц. с амплитудой 50 в. С датчика положения протектированный сигнал, пропорциональный углу поворота, поступает на дифференциальный усилитель, а затем на три селекторных канала, включающих пороговые схемы Шитта. Первый и второй каналы / L_1 и L_3 / служат для индикации крайних положений посредством неоновых лампочек L_2 и L_4 . Первый селекторный канал служит для сигнализации нерабочего положения мишени, второй - рабочего. Импульс торможения генерируется в третьем канале. Уровень смещения на сетке лампы L_7 определяет момент посылки тормозящего импульса, а триггер с одним устойчивым состоянием / L_8 / - его длительность. Торможение осуществляется замыканием катушки с помощью реле РТЭ. При увеличении скорости хода мишени требования к режиму торможения возрастают. Выходной сигнал дифференциального усилителя, пропорциональный углу поворота, дает представление о времени прямого и обратного хода, времени стоянки и плавности движения мишени. Он может осциллографироваться при выборе указанных величин /фиг. 4/. В описанной конструкции мишени время хода в рабочее положение и время хода в нерабочее положение легко могут быть доведены до 100 мсек, а разброс во времени прихода мишени в рабочее положение - до ± 5 мсек.

Роторные мишени нашли широкое применение для вывода пучков вторичных частиц из ускорителя. Мишени, установленные в камере синхрофазотрона, работают в период между профилактическими осмотрами без каких-либо повреждений. Преимуществом этих мишеней являются простота, надежность и быстрота действия. Иллюстрацией преимуществ роторных мишеней является использование их для совмещения нескольких экспериментов в одном цикле ускорения.

Совмещение экспериментов в течение одного цикла ускорения

При работе пузырьковых камер необходимо иметь короткий импульс вторичных частиц сравнительно небольшой интенсивности. Обычно при этих работах используется 0,1 часть ускоренного пучка синхрофазотрона. Чтобы эффективнее

использовать ускоренный пучок, целесообразно оставшуюся часть направлять другому экспериментатору. В наших условиях это осуществляется следующим образом. На фиг. 5 показано расположение мишеней в камере ускорителя. Мишень № 1 работает на выводной канал, посылающий пучок π^- -мезонов в сцинтилляционные счетчики, мишень № 2 работает на пузырьковую камеру. Для работы счетчиков требуется пучок вторичных частиц, растянутый в течение 250 мсек. Эти требования можно совместить, применяя роторные мишени. Для этого за 350 мсек до конца ускорения вводится в рабочее положение мишень № 1. Подавая пилообразный импульс в систему связи частоты в.ч. ускоряющего напряжения с магнитным полем, можно заставить пучок сворачиваться на мишень № 1 с определенной скоростью. Скорость сворачивания пучка подбирается из условий получения растянутого пучка вторичных частиц нужной длительности / \sim 250 мсек/. За 40 мсек до конца ускорения пилообразный импульс выключается, и оставшийся пучок возвращается на равновесную орбиту. К этому моменту радиальный размер пучка за счет взаимодействия с мишенью № 1 сильно уменьшается. Мишень № 2 вводится в рабочее положение за 5 мсек перед концом ускорения, и пучок, ускоренный до полной энергии, сворачивается на нее после выключения в.ч. напряжения. На фиг. 6 показана осциллограмма сигнала от сцинтилляционного зонда, введенного в камеру ускорителя и направленного на обе мишени. На верхний луч подан импульс, отмечающий момент прекращения ускорения. Длительность импульса частиц с мишени № 2 может быть получена до 500 мсек на полуширине. Интервал времени от конца растянутого импульса до момента выключения в.ч. ускоряющего напряжения часто бывает необходимо получать минимальным. Это позволяет второму экспериментатору работать практически при полной энергии ускорителя. При ограниченной скорости отвода пучка от мишени № 1 выполнение этого условия связано с уменьшением хода мишени и уменьшением разброса в моменте прихода мишени в рабочее положение. При времени хода в рабочее положение 100 мсек и разбросе в моменте прихода \pm 5 мсек этот интервал был сокращен до 30 - 40 мсек, что соответствует потере \sim 1% полной энергии ускорителя.

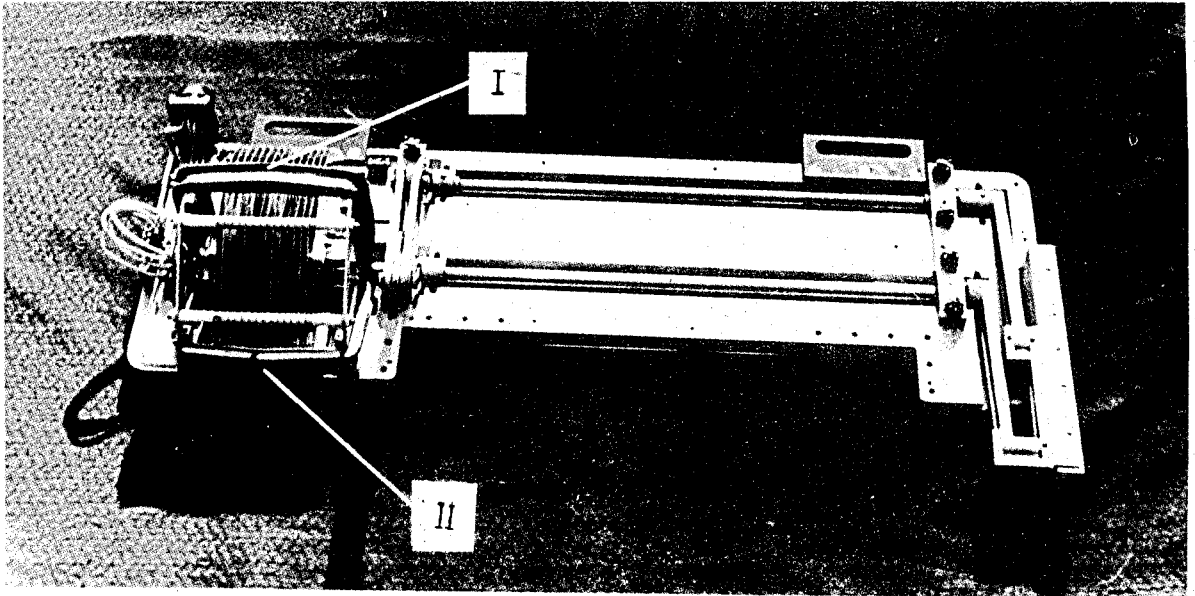
Авторы пользуются случаем, выразить благодарность Крюкову А.И.

и Сняткову В.И., принимавшим участие в работе по созданию роторной мишени и схем управления, а также Казанскому Г.С. и Михайлову А.И., выполнившим работу по изменению радиального положения пучка в камере.

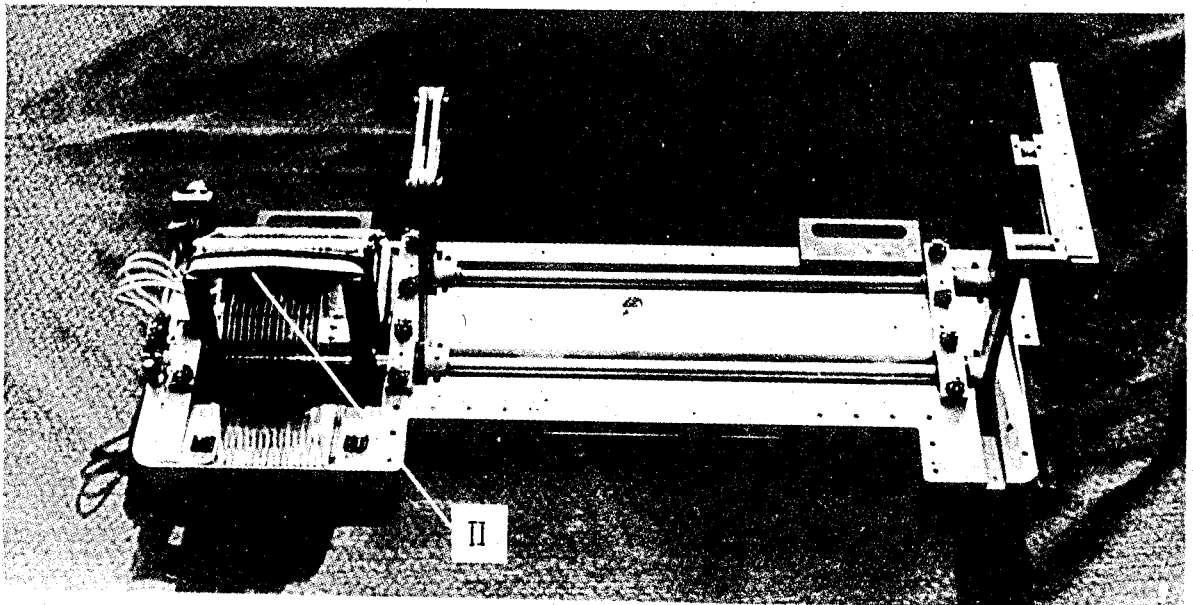
Рукопись поступила в издательский отдел
11 февраля 1960 года.

Л и т е р а т у р а

1. Отчет Калифорнийского университета UCRL-8022, October, 1957 .

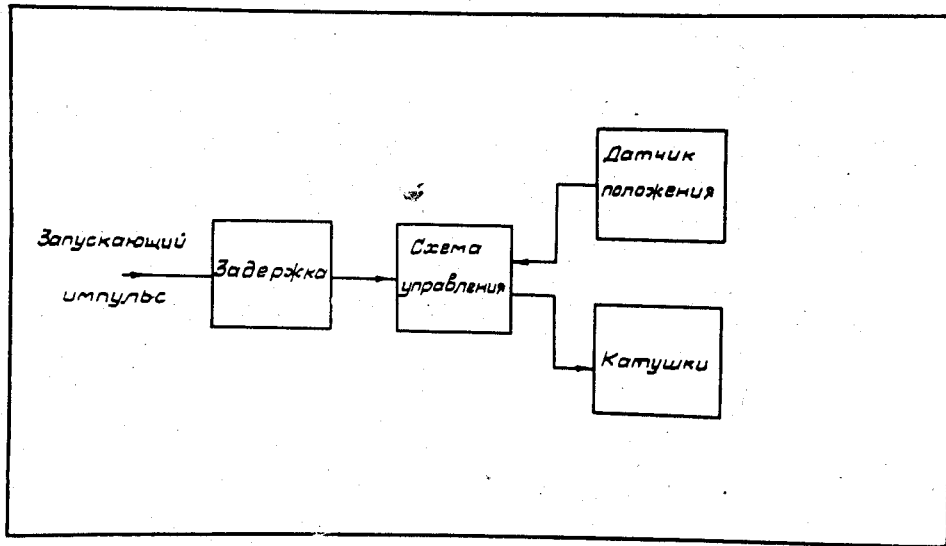


а/

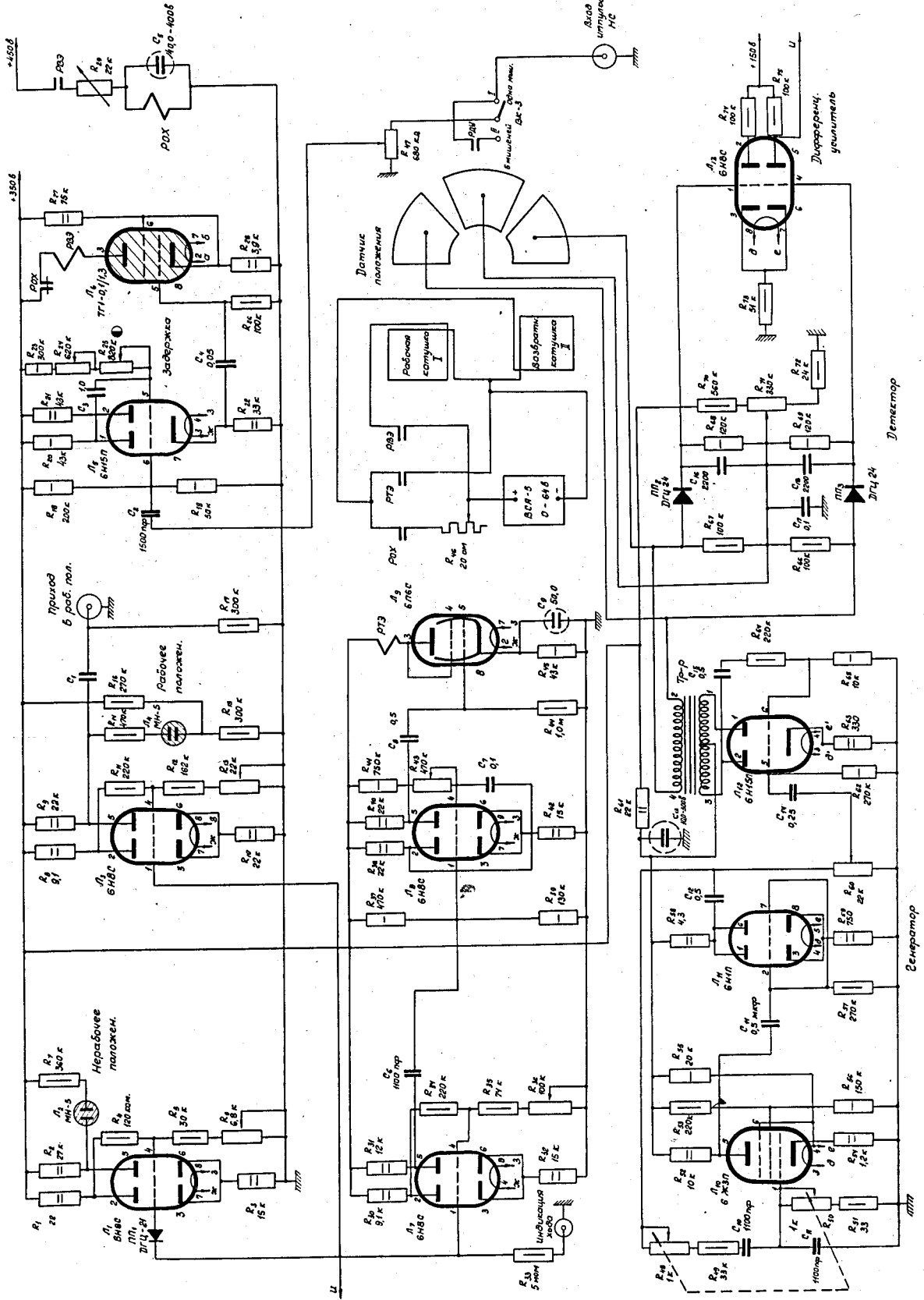


б/

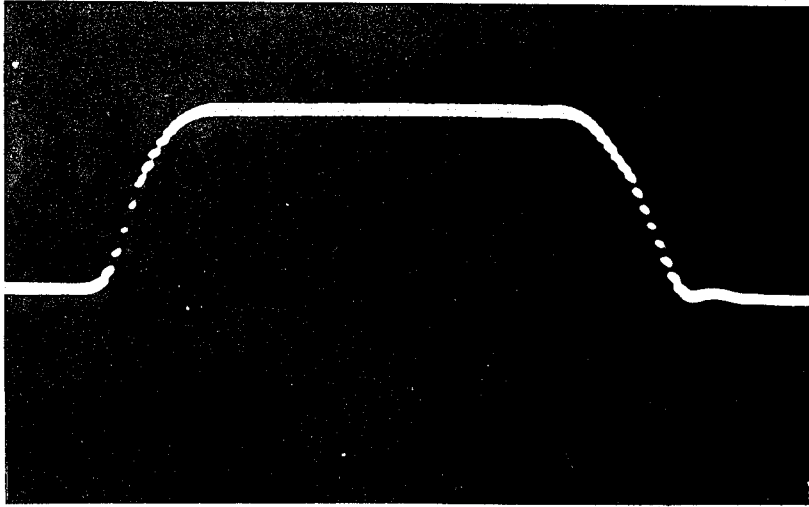
Фиг. 1. Общий вид роторной мишени,
а/ нерабочее положение
б/ рабочее положение.



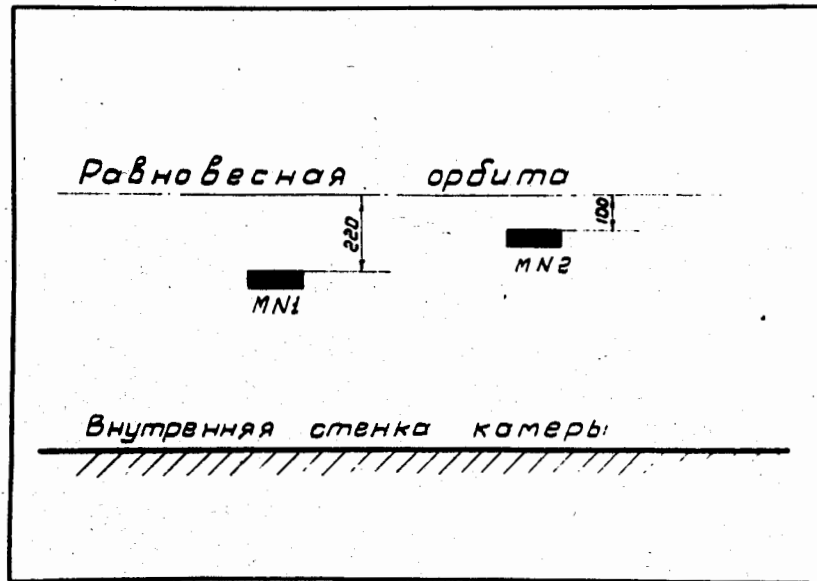
Фиг. 2. Блок-схема управления мишенью.



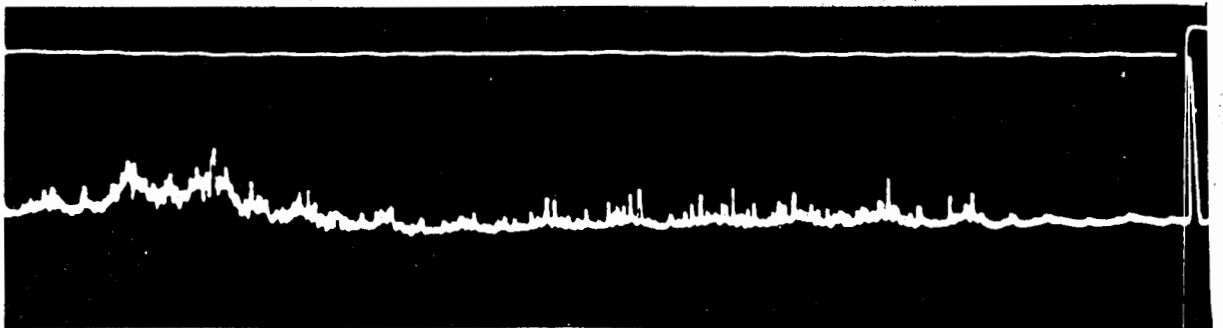
Фиг. 3. Принципиальная схема управления мишенью.



Фиг. 4. Осциллограмма хода мишени. Скорость развертки 10 см/сек.



Фиг. 5. Расположение мишеней в камере ускорителя при совмещении двух экспериментов в одном цикле.



Фиг. 6. Осциллограмма сигнала от сцинтилляционного зонда, направленного на мишени № 1 и № 2.

На нижнем луче виден растянутый импульс частиц, поступающих в канал сцинтилляционных счетчиков и короткий импульс частиц, поступающих в пузырьковую камеру.

На верхнем луче отмечен момент выключения ускоряющего в.ч. напряжения. Скорость развертки 70 см /сек.