

852



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория ядерных проблем

М.П. Баландин, В.Г. Гребинник, Г.И. Селиванов

P-852

СИНХРОНИЗАЦИЯ РАБОТЫ
ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРЫ
С СИНХРОЦИКЛОТРОНОМ

Дубна 1961 год

852

М.П.Баладин, В.Г.Гребинник, Г.И.Селivanов

P-852

СИНХРОНИЗАЦИЯ РАБОТЫ
ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРЫ
С СИНХРОЦИКЛОТРОНОМ

Направлено в ПТЭ

Описана конструкция и приведены основные технические данные синхронизирующего устройства для согласования работы пузырьковой камеры с работой ускорителя. Необходимая стабильность в цепи формирования импульса под света обеспечивается благодаря применению схемы совпадений. Конструкция прибора предусматривает возможность независимого варьирования интервалов следования различных управляющих импульсов.

Abstract

A design of the synchronizing system for matching the operation of the bubble chamber with that of the synchrocyclotron is described, and its main technical characteristics are given.

The necessary stability of this system is achieved by means of the coincidence circuit which is connected with a light pulse generator.

The design of the device allows to vary independently the intervals between different starting pulses.

Длительность импульса частиц, поступающих в рабочий объем камеры после одного цикла ускорения, приблизительно равна 0,5 мсек. Время роста пузырьков до размеров, совместимых с возможностью разрешения их реальной оптической системой, составляет около 1 мсек. Таким образом, в результате одного цикла ускорения на пленке будут изображены треки, имеющие "возраст" 0,75–1,25 мсек. Однако, в действительности, отклонения в интервале роста пузырьков могут существенно возрасти из-за неточности срабатывания синхронизирующей схемы. В самом деле, подготовительный период в работе камеры, начиная с момента получения синхронизирующего импульса и до появления чувствительности в рабочем объеме, занимает около 30 мсек. Поэтому естественно ожидать, что при обычном исполнении схемы с последовательным срабатыванием отдельных блоков должен наблюдаться значительный временной разброс управляющих импульсов на выходе схемы. Разброс фронтов задержанных пусковых импульсов в схеме, состоящей из ряда последовательно соединенных триггерных ячеек, может достигать 3% от суммарной длительности задерживающего импульса, что в нашем случае создаст дополнительную неточность во времени фотографирования, равную 0,9 мсек, т.е. полностью перекроет интервал роста пузырьков до видимых размеров.

Описываемая ниже схема ^{1/} лишена указанного недостатка. За счет осуществления в конечной ступени совпадения внутреннего сигнала с импульсом синхронизации, поступающим со входа, в рассматриваемой схеме легко достигается согласование времени фотографирования с моментом прохождения пучка с точностью лучшей, чем 10^{-4} сек.

Блок-схема синхронизирующего устройства приведена на рис. 1. Коммутатор рода работы позволяет осуществлять запуск устройства либо от стартовых импульсов, полученных от фотодатчика ускорителя (внешний запуск), либо от пусковых импульсов, вырабатываемых внутренним генератором (внутренний запуск). Как в том, так и в другом случае возможны два варианта работы: однократный или непрерывный. Режим внутреннего пуска бывает полезен при настройке всей системы перед работой. Кроме того, он позволяет проводить рабочие испытания камеры независимо от работы ускорителя.

Для того, чтобы можно было задавать вполне определенные интервалы роста пузырьков после прохождения пучка частиц от ускорителя, крайне важно

иметь возможность смещать момент появления импульса подсвета. При этом желательно сохранить относительное временное расположение других управляющих импульсов. Это достигается с помощью имеющегося на входе схемы каскада задержки синхронизирующих импульсов.

Синхронизирующие импульсы от ускорителя следуют с интервалом времени, равным 8–12 мсек, тогда как рабочий цикл камеры составляет 2–5 сек. Поэтому, чтобы обеспечить устойчивую работу всех устройств, с приходом первого стартового импульса вход блокируется на полное время цикла. Каскад формирования блокирующего импульса позволяет фиксировать длительность цикла камеры в пределах от 0,5 до 30 сек.

Выделенный таким образом одиночный стартовый импульс осуществляет запуск двух независимых каналов: канала формирования импульсов управления работой электромагнитного клапана и канала формирования импульса подсвета. Оба канала включают в себя блоки задержки, дающие возможность независимо смещать начало расширения, начало поджатия и момент срабатывания лампы-вспышки. Смещая начало расширения, можно устанавливать наиболее выгодное положение импульса подсвета на кривой расширения.

Полная схема синхронизирующего устройства приведена на рис. 2. Синхронизирующие импульсы, поступающие от ускорителя, формируются блокинг-генератором L_1 , задерживаются триггерной ячейкой L_2 и через инверторный каскад L_3 подаются на входы трех независимых цепей, начинающихся лампами L_4 , L_5 и L_{11} . Триггер на лампе L_4 с помощью поляризованного реле РП-5 осуществляет блокировку входа на промежуток времени, определяющий рабочий цикл камеры. Время блокировки в указанных выше пределах варьируется переключателем P_3 .

Триггер на лампе L_5 дает возможность сместить пусковой импульс таким образом, чтобы начало расширения предшествовало приходу импульса частиц от ускорителя на интервал времени, включающий мертвое время клапана и время срабатывания расширительной системы. Задний фронт импульса, полученного на втором аноде L_5 , используется для запуска триггера задержки поджатия L_{15} и одновременно с этим служит стартовым импульсом для тиратрона L_{20} , нагрузкой которого является отшибающая обмотка клапана расширения. Канал формирования поджимающего импульса аналогичен только что рассмотренному каналу формирования импульса расширения.

Лампы L_7 и L_9 формируют вспомогательные импульсы, синхронные с импульсами расширения и поджатия. Проходя через смеситель L_8 , они поступают на сетку мощного двойного триода L_{10} , через который осуществляется питание удерживающей обмотки клапана. Постоянная составляющая тока, протекающего через обмотку, регулируется изменением смещения на сетке.

В канал формирования импульса подсвета входят: триггер задержки L_{11} , каскад формирования пьедестала L_{12} , временной селектор L_{13} и выходной каскад L_{14} , соединенный длинным кабелем с усилителем тока L_{19} . Временной селектор представляет собой обычную схему двойных совпадений с нелинейностью в анодной цепи. С его помощью производится уточнение временного положения импульса подсвета, что, как указывалось выше, является важным с точки зрения уменьшения разброса радиусов фотографируемых пузырьков.

Нагрузкой усилителя тока является первичная обмотка bobины Б, осуществляющей поджиг лампы-вспышки L_{22} . Параллельно вторичной обмотке bobины включен разрядник Р, способствующий получению более устойчивого разряда через лампу L_{22} .

Выход временного селектора соединен также с блоком управления работой лентопротяжного механизма стереофотоаппарата L_{17} и L_{18} . Необходимость в таком блоке отпадает в случае применения стереофотоаппарата с непрерывным циклом. При этом может быть использован режим внешнего однократного пуска с включением параллельно кнопке K_1 дополнительных контактов, механически связанных с приводом стереофотоаппарата.

Следует заметить, что в режиме внешнего однократного пуска замыкание контактов K_1 не вызывает мгновенного срабатывания схемы, но лишь приводит схему в исходное состояние, а запуск, как и в случае непрерывного режима, осуществляется стартовым импульсом от ускорителя.

В ряде случаев бывает полезно использовать ускоритель в ждущем режиме. Для этого в синхронизирующем устройстве предусмотрен блок формирования импульса запуска ускорителя. Принципиальная схема его приведена на рис. 3.

В блок входит застопоренный блокинг-генератор, пусковой импульс на который подается через триггер задержки.

На рис. 4 изображена временная диаграмма следования импульсов через основные блоки синхронизирующего устройства. Наблюдение кривой расширения производится визуально с помощью осциллографа Ю-1. Типичная осциллограмма показана на рис. 5.

Момент прохождения частиц через камеру определяется с помощью счетчика нейтронов, заполненного BF_3 . Счетчик регистрирует медленные нейтроны, диффузно распределенные в зале ускорителя. Интенсивность этих нейтронов пропорциональна числу частиц, падающих на мишень. Интегрируя импульсы, поступающие от счетчика, и подавая их на один из входов осциллографа, можно по положению максимума огибающей кривой определить с достаточной для наших целей точностью временное положение пучка частиц по отношению к импульсу синхронизации.

На второй вход осциллографа подается импульс подсвета. Переключателем Π_1 устанавливается задержка импульса подсвета относительно пучка. В дальнейшем она остается постоянной в течение всего сеанса работы. Оптимальная величина времени запаздывания импульса подсвета по отношению к пучку для водородной камеры в нашем случае составляет 1 мсек.

Эксплуатация описанного синхронизирующего устройства в течение длительного времени выявила вполне устойчивую работу всех блоков. Настройка перед работой достаточно проста и сводится главным образом к получению совпадений в схеме временного селектора. Наиболее уязвимыми местами являются тиратроны L_{20} и L_{21} , работающие в схеме клапана. Замена их производится через каждые 20 тыс. циклов. Внешнее оформление синхронизирующего устройства видно на рис. 6.

В монтаже установки принимали участие А.П.Маныч, А.Е.Новиков и К.И.Ошибкин, которым авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность. Авторы весьма признательны Ю.А.Гребинник, внесшей большое число монтажных изменений в схему в процессе эксплуатации.

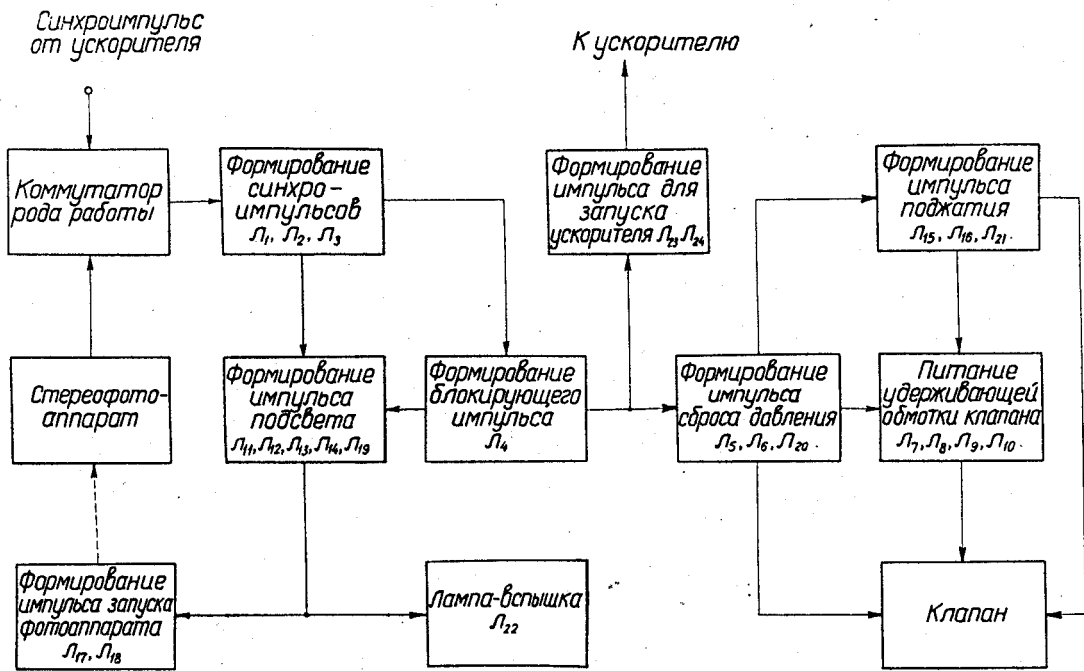


Рис. 1. Блок-схема синхронизирующего устройства.

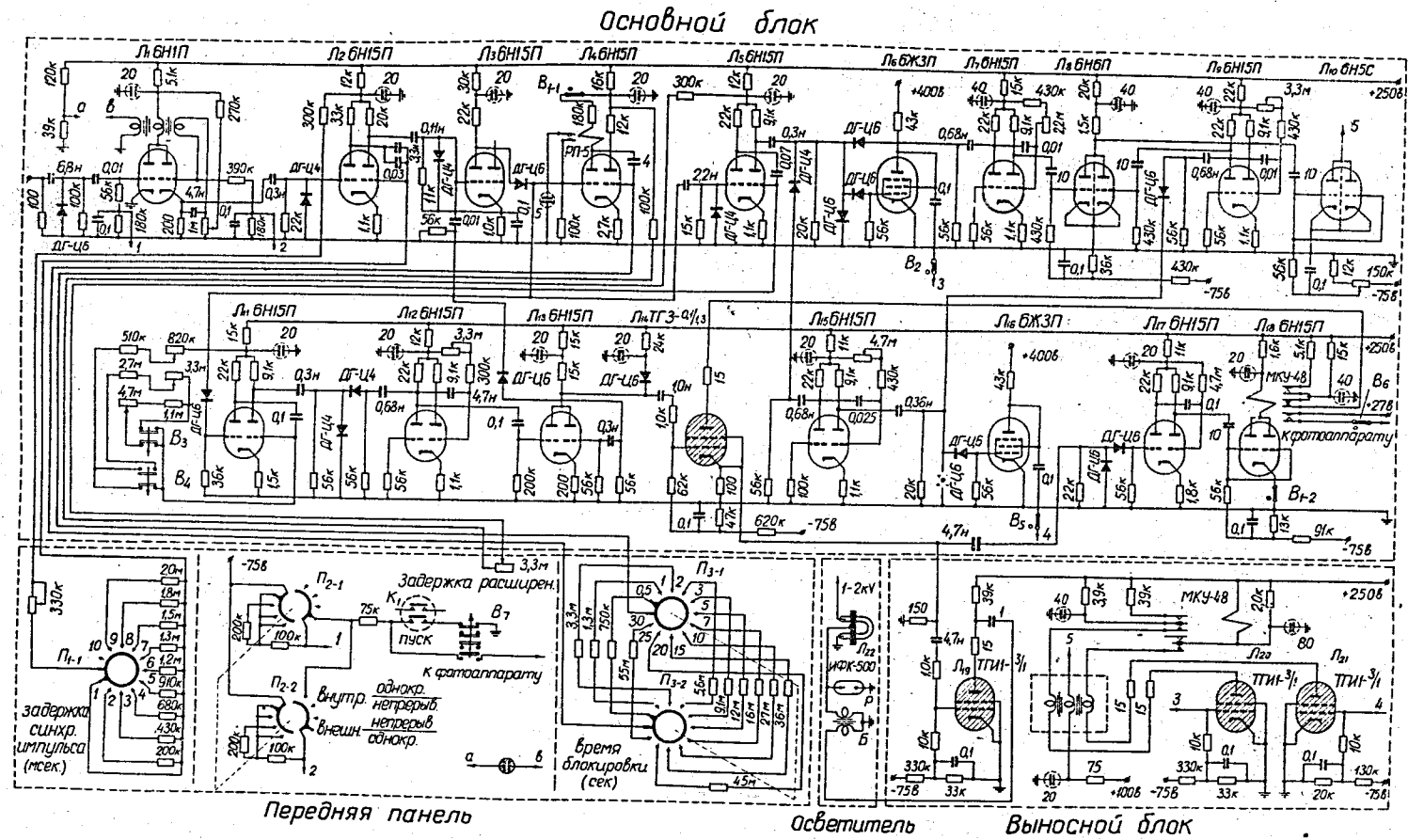


Рис. 2. Принципиальная схема.

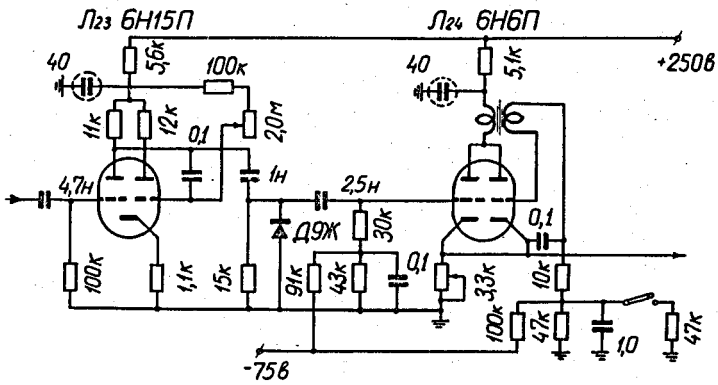


Рис. 3. Принципиальная схема блока формирования импульса запуска ускорителя.

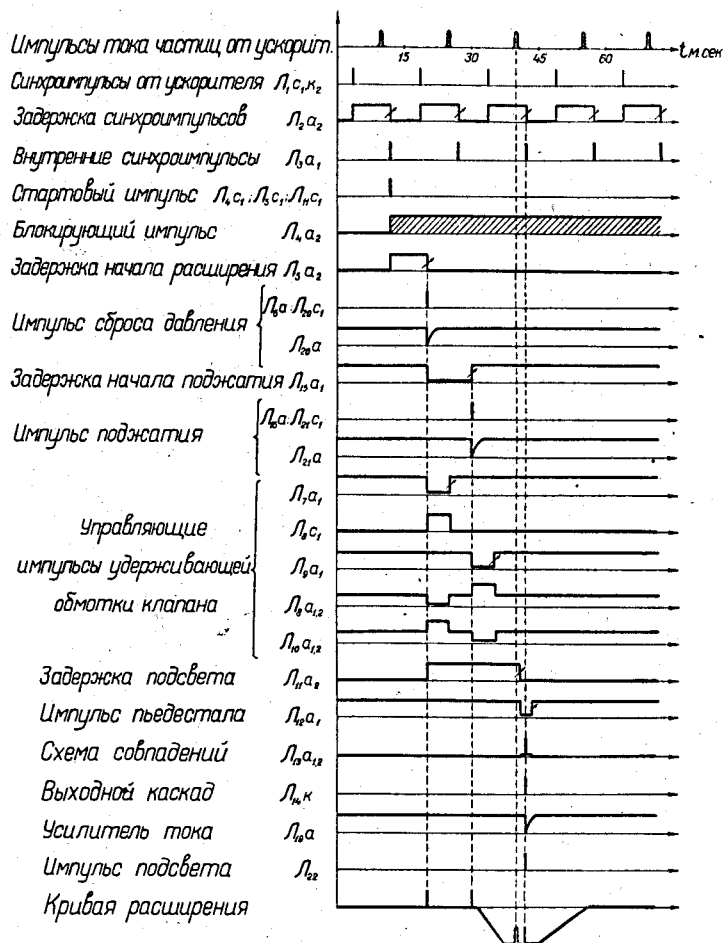


Рис. 4. Временная диаграмма следования импульсов.

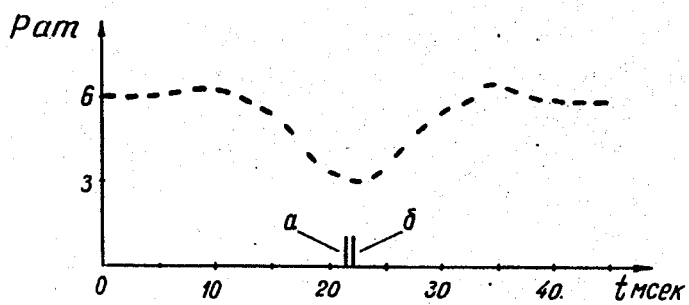


Рис. 5. Осциллограмма расширения.
а) импульс частиц ускорителя;
б) импульс подсвета.

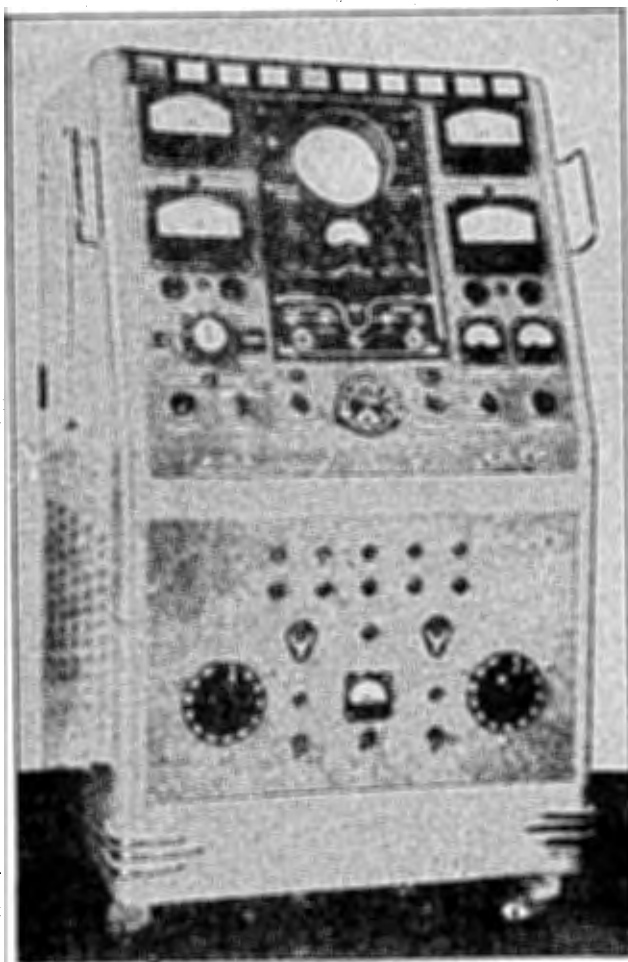


Рис. 6. Внешний вид установки.

Л и т е р а т у р а

1. М.П.Баландин. Материалы совещания по камерам Вильсона, диффузионным и пузырьковым камерам. Выпуск 3, 1959 г.

Рукопись поступила в издательский отдел
7 декабря 1961 года.