

С 344.3 + С 344.1
С-355
ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

13 - 4114

В.Ф.Сиколенко

КОМПЛЕКС ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ
ПУЗЫРЬКОВОЙ ВОДОРОДНОЙ КАМЕРЫ

Специальность № 260 -приборы экспериментальной физики

Автореферат диссертации на соискание учёной
степени кандидата технических наук

Дубна 1968

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий Объединенного института ядерных исследований.

Научный руководитель:

кандидат физико-математических наук старший научный сотрудник Р.М.Лебедев

Официальные оппоненты:

доктор технических наук А.И.Филиппов,
кандидат технических наук А.С.Насибов

Ведущее предприятие:

Институт теоретической и экспериментальной физики, г.Москва

Защита диссертации состоится " " 196 г. на заседании Учёного совета Лаборатории высоких энергий ОИЯИ, г.Дубна

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ЛВЭ.

Учёный секретарь Совета

кандидат физико-математических наук

А.А.Кузнецов

13 - 4114

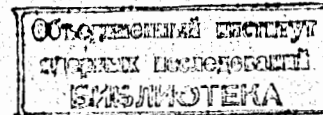
В.Ф.Сиколенко

КОМПЛЕКС ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ
ПУЗЫРЬКОВОЙ ВОДОРОДНОЙ КАМЕРЫ

Специальность № 260 -приборы экспериментальной физики

Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата технических наук

5614 89.



В реферируемой работе рассматривается комплекс электронной аппаратуры жидководородной пузырьковой камеры.

Водородные пузырьковые камеры широко применяются в технике физического эксперимента.

При изучении ядерных взаимодействий с использованием пузырьковых камер набирается статистика из многих событий, что определяет большую продолжительность физического эксперимента на ускорителе (рабочий сеанс может продолжаться несколько недель).

Эффективность использования машинного времени ускорителя может быть повышена путем разработки надежной и удобной в эксплуатации аппаратуры пузырьковой камеры. Частью такой аппаратуры являются электронные системы управления камерой, которые обычно объединяют в так называемый пульт. Электронный пульт управления современной пузырьковой камерой должен обладать высокой надежностью, эксплуатационным удобством, должен обеспечивать возможность быстрого устранения возникающих неисправностей с минимальной потерей рабочего времени на ускорителе, обеспечивать всю необходимую сигнализацию при дистанционном управлении пузырьковой камерой.

Продолжительность эксперимента на ускорителе может быть сокращена за счёт оптимального облучения пузырьковой камеры. Под оптимальным понимается такое облучение, когда на фотографиях получено максимальное пригодное для обработки количество информации: отсутствуют так называемые "недогруженные

кадры", несущие недостаточное количество информации, и отсутствуют так называемые "перегруженные кадры", на которых избыточное количество треков затрудняет или делает невозможной дальнейшую обработку фотографий. Условия облучения, близкие к оптимальным, могут быть получены при "дозировке пучка" (прекращение облучения пузырьковой камеры с помощью отклоняющего вторичный пучок магнитного поля после набора "оптимальной дозы").

Эффективность работы пузырьковой камеры как физического прибора определяется также удобными системами сигнализации и обмена информацией со смежными эксплуатационными службами, что позволяет более рационально использовать рабочее время. Эти системы могут быть частично автоматизированы.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы.

Во введении кратко изложены принципы построения электронной аппаратуры пузырьковых камер. Производится краткий анализ существующих аналогичных установок.

Первая глава посвящена обоснованию принципа построения электронного программного устройства (пульта управления) водородной пузырьковой камеры. С целью увеличения эксплуатационной надежности в основу всех схем пульта управления положен ряд модулей, различные комбинации которых обеспечивают построение большинства схем управления функциональными системами водородной камеры. Модули входят в блоки, являющиеся функционально завершенными системами (например, система управления клапанами, система управления осветителем и т.д.). С целью обеспечения возможности дистанционного управления камерой система сигнализации построена с применением логических элементов "ИЛИ", "ИЛИ", "И", которые обеспечивают индикацию подачи и исполнения команды. В случае невыполнения команды какой-либо функциональной системой включается звуковой сигнал, а соответствующее световое табло локализует неисправность.

Большинство схем выполнено на транзисторах с применением импульсных режимов, обеспечивающих большую температурную стабильность.

Более подробно рассмотрены обоснования выбора схем некоторых систем.

Система задержек с дискретной регулировкой от 1 до 100 мсек обеспечивает долговременную стабильность лучше $\pm 0,5\%$ при температурном уходе $\pm 0,0025\%$ на 1°C в интервале температур от $+ 18^\circ\text{C}$ до $+ 40^\circ\text{C}$.

Система управления механизмом расширения дополнена устройством автоматического слежения за запускающим импульсом, которое в случае исчезновения последнего автоматически подключает имитационный генератор, работающий с частотой импульсов синхронизации ускорителя. При появлении запускающих импульсов система управления механизмом расширения автоматически подключается к запуску от ускорителя. Переключение осуществляется с пропуском не более одного синхронизирующего импульса. Наличие такого устройства обеспечивает сохранение температурного режима камеры в случае аварийного отключения импульсов запуска механизма расширения камеры.

В системе управления осветителем использован запуск импульсных ламп высокочастотным импульсом. В качестве колебательного контура применяется коаксиальный кабель, соединяющий импульсную лампу с поджигающим импульсным трансформатором. Такой запуск обеспечивает надежный поджиг группы импульсных ламп (до 20 шт.) от одного импульсного трансформатора с временным разбросом в поджиге, не превышающим ± 50 мсек.

Система измерения импульсных давлений основана на принципе частотной модуляции автогенератора при изменении емкости датчика, что обеспечивает высокую помехоустойчивость и стабильность этой системы. Благодаря использованию параметрической

стабилизации, относительная нестабильность частоты автогенератора, вычисленная по среднеквадратичному отклонению за 6 часов, составляет $0,5 \cdot 10^{-4}$. С помощью схем термокомпенсации балансного дискриминатора получена почти полная независимость его центральной частоты от температуры в диапазоне температур от $+18^{\circ}\text{C}$ до $+40^{\circ}\text{C}$.

Система индикации пучка, облучающего пузырьковую камеру, помимо общепринятого устройства визуальной цифровой индикации, содержит устройство для записи интенсивности в циклах ускорителя на самописец.

Для измерения основных параметров пузырьковой камеры (температуры, амплитуды изменения импульсного давления и т.п.) разработано измерительное устройство, представляющее собой сомподстраивающийся импульсный цифровой вольтметр высокой чувствительности и стабильности, подключаемый через многопозиционный коммутатор к точкам, в которых измеряются интересные экспериментатора параметры. При измерении температуры максимальная чувствительность устройства около $0,01^{\circ}\text{K}$, стабильность около 0,1%.

Программное устройство содержит систему сигнализации, которая с помощью логических систем контролирует подачу и исполнение команд функциональными системами камеры.

Во второй главе диссертации рассматривается аппаратура дозировки пучка частиц, облучающих водородную камеру. Приводится краткий обзор методов формирования магнитного поля. Дается теоретический анализ метода формирования импульсов тока большой мощности в индуктивной нагрузке с большим отношением длительности импульса ко времени нарастания (1000). Формирование осуществляется с помощью двух контуров: контура формирования фронта и контура формирования длительности. Приводятся методы расчёта и построения схемы цепи формирования импульсов.

В результате измерений на спроектированной установке получено произведение отклоняющего магнитного поля на длину "магнитной дорожки", равное 67 кэ.см; длительность импульса магнитного поля - 2,5 мсек; время нарастания (фронт) - около 25 мксек. Приводятся результаты измерения топографии импульсного магнитного поля в ионопроводе пучка. Отклонение пучка в месте установки коллиматора 80 мм. Без дозировки пучка, путем регулировки режима ускорителя число частиц, попадавших в камеру, доходило до 10 ± 5 , при наличии дозировки - до $10^{+0,5}_{-0,0}$. Приведены осциллограммы, иллюстрирующие эти цифры. Аппаратура дозировки вторичного пучка частиц в СССР разработана впервые.

В третьей главе рассмотрена телеметрическая система передачи эксплуатационным службам ускорителя информации об интенсивности и временной структуре пучка, облучающего камеру. Наличие такой системы позволяет диспетчеру непосредственно следить за работой канала. Информация о временной структуре пучка выводится на запоминающий осциллограф, а информация об интенсивности - на цифровое табло. Параметры системы передачи информации об интенсивности не зависят от частотных свойств пересчётных приборов и от расстояния, на которое передается информация. Контроль интенсивности в нескольких точках "длинных каналов" позволяет диспетчерской службе контролировать работу магнитной оптики канала.

В четвертой главе рассмотрена впервые созданная в СССР электронная система автоматического управления дроссельной ожигательной установкой. При разработке этой системы было использовано то обстоятельство, что в рассматриваемых ожигательных установках достаточно управлять четырьмя вентилями: дроссельным вентилем, байпасным вентилем, вентилем пополнения газа в газгольдере и вентилем сброса газа высокого давления в ресивер. Регулирование параметров технологического процесса ожигения производится с помощью электронной логической схемы, вырабатывающей коман-

ды на перечисленные выше органы управления в зависимости от ситуаций, возникающих при отклонении технологического процесса от нормы.

Для обеспечения стабильности работы при построении системы принят метод дискретного съема информации при анализе медленно меняющихся процессов, что позволило применить схемотехнику переменного тока. Частота поступления информации определяется тактовым генератором, вырабатывающим выходные импульсы в момент перехода синусоиды сетевого напряжения через нуль, чем обеспечивается высокая помехоустойчивость системы.

Логическая схема системы составлена в соответствии с программой, учитывающей оптимизацию технологического процесса при управлении тремя основными параметрами.

В з а к л ю ч е н и и диссертации указывается, что разработанный комплекс электронной аппаратуры в течение ряда лет эксплуатируется совместно с метровой водородной пузырьковой камерой ЛВЭ. Аппаратура управления (программное устройство) показала достаточную надежность, стабильность и удобство в эксплуатации при общей наработке около $2 \cdot 10^6$ циклов (около $2 \cdot 10^4$ часов). Общее число часов простоя аппаратуры управления по причине отказов в рассматриваемый период не превышает 24 часов, что составляет 0,12% от общего времени работы. Удельный вес отказов электронной аппаратуры в общем числе отказов всего комплекса аппаратуры водородной камеры (включая механическую часть, криогенную и т.д.) незначителен. Приведенные данные свидетельствуют о том, что заложенные в основу спроектированной аппаратуры принципы оправданы.

Благодаря модульной системе компоновки функционально законченных блоков, некоторые системы разработанной аппаратуры удалось применить при создании пультов управления к другим пузырьковым камерам (ксеноновой и проектируемой

двухметровой водородной) без изменения принципиальных схем. К таким системам относятся: блоки задержки, блоки управления электромагнитными клапанами, блоки управления импульсными лампами, блоки измерения импульсных давлений, системы индикации пучка и записи интенсивности.

Приводятся данные о том, что вследствие применения дозировки пучка облучающих камеру частиц общее время одного из экспериментов для набора той же статистики сократилось на (20 + 25)%, что привело к экономии фотопленки, электроэнергии и машинного времени ускорителя.

Основные положения диссертации опубликованы в приведенном ниже списке литературы, а автоматическая система управления дроссельной ожигательной установкой обсуждалась на Международной конференции по криогенной технике в Брайтоне (Великобритания) в мае 1968 года.

Л и т е р а т у р а

1. Т.В.Беспалова, Н.Г.Борисов, В.В.Глаголев, Э.В.Козубский, Р.М.Лебедев, А.М.Моисеев, И.С.Саитов, В.П.Сергеев, В.Ф.Сиколенко, Г.М.Сусова. Препринт ОИЯИ, 13-3455, Дубна, 1967.
2. В.Ф.Сиколенко. Препринт ОИЯИ, 13-3187, Дубна, 1967.
3. В.Ф.Сиколенко, Д.А.Смолин. Препринт ОИЯИ, 9-3296, Дубна, 1967.
4. В.Ф.Сиколенко. Препринт ОИЯИ, 13-3252, Дубна, 1967.
5. В.Ф.Сиколенко. Препринт ОИЯИ, 9-3378; Дубна, 1967.
6. А.Г.Зельдович, Ю.К.Пилипенко, В.Ф.Сиколенко, В.Л.Тищенко. Препринт ОИЯИ, Р8-3678, Дубна, 1968.
7. В.Ф.Сиколенко, В.Л.Тищенко. Препринт ОИЯИ, Р8-3679, Дубна, 1968.

Рукопись поступила в издательский отдел
22 октября 1968 года.