

**ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

13-84-833

В.А.Батарин*, Н.П.Буданов*, А.В.Вишневский,
Н.С.Голова, И.А.Голутвин, В.Е.Жильцов,
В.Ю.Каржавин, Ю.Т.Кирюшин, В.М.Нахратский,
А.А.Попов, В.Д.Попков, Л.В.Светов,
Д.А.Смолин, В.С.Хабаров

**СИСТЕМА ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ КАМЕР
НА 8200 КАНАЛОВ ДЛЯ УСТАНОВКИ "СИГМА"**

Направлено в журнал "Приборы
и техника эксперимента"

* Институт физики высоких энергий, Протвино

1984

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время на установке СИГМА в ИФВЭ /Протвино/ работают две системы пропорциональных камер. В данной статье описана одна из них, основой которой являются пропорциональные камеры, разработанные и изготовленные в ОНМУ ОИЯИ. Эта система функционально замкнута и включает в себя пропорциональные камеры, регистрирующую электронику, расположенную на камерах, электронику управления считыванием, низковольтное питание регистрирующей электроники, высоковольтное питание пропорциональных камер и газовое обеспечение пропорциональных камер. В статье дается общее техническое описание перечисленных подсистем, за исключением газового обеспечения. Вся описанная аппаратура разработана в ОНМУ.

1. ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫЕ КАМЕРЫ

Имеются следующие три типа пропорциональных камер: пучковые камеры /шесть плоскостей/, камеры с чувствительной областью $896 \times 1280 \text{ мм}^2$ /три плоскости X и три - Z/ и панельные камеры с чувствительной областью $2816 \times 1408 \text{ мм}^2$ /три плоскости X и одна - Z/. Общие виды наборов этих камер показаны соответственно на рис.1,2,3. На рисунках показаны основные принципиальные особенности камер и их количество. Общее количество чувствительных проволок в системе - 8,2 тыс.

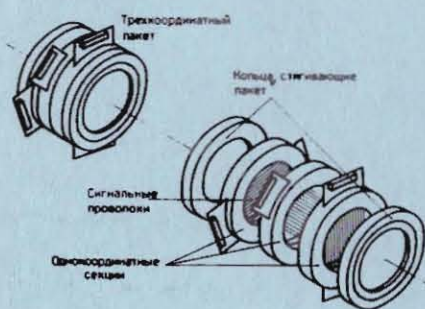


Рис. 1

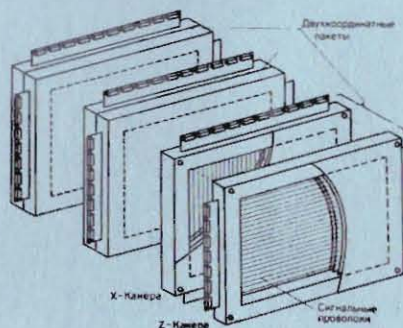


Рис. 2

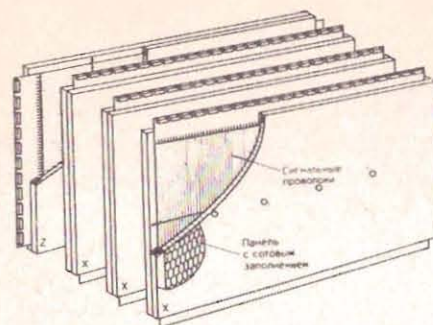


Рис. 3

Пучковые камеры /1/ собраны в виде двух пакетов /рис.1/. Каждый пакет состоит из трех однокоординатных секций, развернутых друг относительно друга на 60° . Такая компоновка позволяет сохранить "высокую" трековую эффективность пакета при работе с "повышенными" нагрузками на канал регистрации. Сечение отдельной секции с внешними кольцами для стягивания пакета показано на рис.4. Секция содержит 64 сигнальные проволоки из золоченого вольфрама диаметром 10 мкм, распаянные с шагом 1 мм. Проволоки выведены на два разъема электроники считывания /четные - на один, нечетные - на другой/, расположенные на противоположных сторонах секции. Высоковольтные электроды выполнены из натянутой алюминиевой фольги толщиной 14 мкм. Межэлектродный зазор 5 мм. На рис.5 показаны зависимости эффективности регистрации одной секции и среднего шума на канал регистрации от напряжения на камере. Стрелки обозначают начало плато эффективности / $\epsilon \geq 99,5\%$ / при соответствующих порогах регистрации. При пороге 3 мкА длина плато не менее 700 В.

Камеры с чувствительной областью $896 \times 1280 \text{ мм}^2$ /1/ собраны в виде трех двухкоординатных пакетов /рис.2/. Каждый пакет состоит из двух автономных X и Z секций.

Сечение однокоординатной секции показано на рис.6. Сигнальные проволоки из золоченого вольфрама диаметром 20 мкм распаяны с шагом 2 мм и выведены на два ряда разъемов, расположенных на противоположных сторонах секции /четные - на один ряд разъемов, нечетные - на другой/. Высоковольтные электроды выполнены из натянутой алюминиевой фольги толщиной 14 мкм. Межэлектродный зазор 7 мм. Для обеспечения устойчивости проволоч-

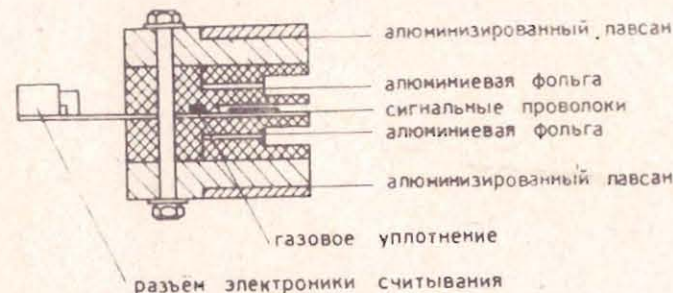


Рис. 4

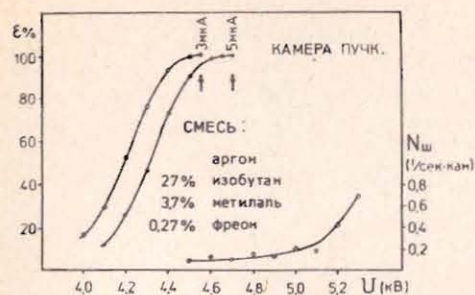


Рис. 5

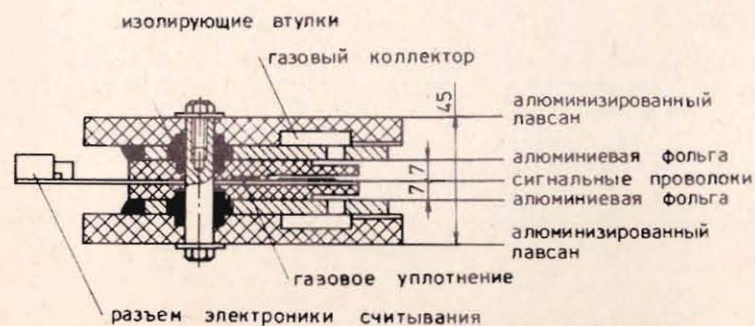


Рис. 6

ного массива в X-секции предусмотрена одна, а в Z-секции - две поддержки. Каждая поддержка состоит из двух совмещенных натянутых проволок из бериллиевой бронзы диаметром 0,3 мм в тефлоновой изоляции с внешним диаметром 0,8 мм, между которыми пропущен массив сигнальных проволок. Поддерживающие проволоки связаны друг с другом капроновой нитью диаметром 40 мкм через каждые 5 см. Поддерживающие проволоки находятся под нулевым потенциалом. Для уменьшения зоны неэффективности в районе поддержек предусмотрена возможность подачи на них высокого напряжения. На рис.7 показаны зависимости эффективности регистрации однокоординатной секции и среднего шума

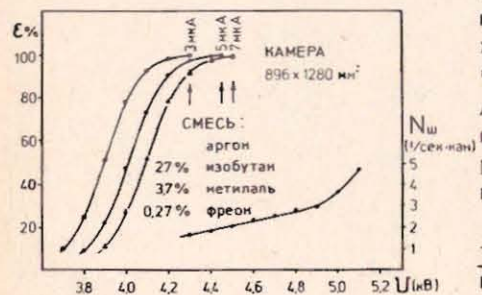


Рис. 7

на канал регистрации от напряжения на камере. Стрелки обозначают начало плато эффективности $\epsilon \geq 99,5\%$ при соответствующих порогах регистрации. При пороге регистрации 5 мкА длина плато не менее 500 В.

Панельные камеры с чувствительной областью $2816 \times 1408 \text{ мм}^2 / 2/$ показаны на рис.3. В наборе имеется три камеры X и одна Z. По конструкции они идентичны.

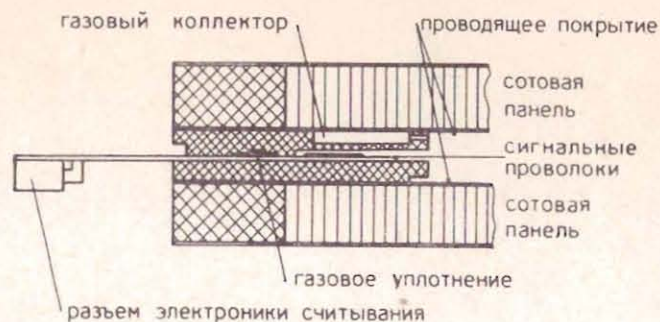


Рис. 8

Сечение камеры показано на рис.8. Камеры имеют безрамную конструкцию. Механической основой камеры служат две плоские диэлектрические панели с сотовым заполнением. Чувствительные проволоки из золоченого вольфрама диаметром 20 мкм распаяны с шагом 2 мм и выведены на два ряда разъемов, расположенных на противоположных сторонах камеры /четные - на один ряд разъемов, нечетные - на другой/. Высоковольтные электроды образованы проводящим покрытием на основе серебра, нанесенном на внутренние стороны панелей. Межэлектродный зазор 7 мм обеспечивается планками из диэлектрика, вклеенными между панелями по всему периметру, а также четырьмя слейсерными прокладками внутри чувствительной области камер. По периметру панели стянуты винтами, а внутри чувствительной области - специальными проволоками, пропущенными насквозь через слейсерные прокладки. Для обеспечения устойчивости проволочного массива в X-камере предусмотрена одна, а в Z-камере - четыре поддержки, аналогичные описанным выше. Измеренные характеристики близки к приведенным выше для камер $896 \times 1280 \text{ мм}^2$.

2. РЕГИСТРИРУЮЩАЯ ЭЛЕКТРОНИКА НА КАМЕРАХ ^{1/3,6/}

Основные функции этой электроники следующие:

- стробирование в нужный момент времени информации, поступающей с сигнальных проволок, и запоминание ее в буферной памяти;
- передача зарегистрированной информации через линию связи в блок управления считыванием.

Основой электроники является большая гибридная схема К405ХП^{1/4/} со структурой: усилитель-дискриминатор-задержка-схема совпадения-память. 32 канала регистрации вместе со схемой вывода /сдвиговой регистр/ и управлением образуют карту регистрирующей электроники /печатную плату с напаянными компонентами/.

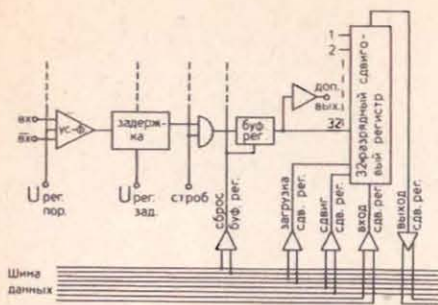


Рис. 9

Карты имеют печатный разъем, который вставляется в разъем на камере. Отдельные сдвиговые регистры на соседних картах, расположенных на камере, объединены с помощью линии связи /плоский кабель/ в один большой сдвиговый регистр, охватывающий одну или несколько камер. Считывание информации со сдвигового регистра осуществляется в последовательном виде.

Размеры карт таковы, что при расположении их на камере в одной плоскости вплотную друг к другу, шаг считывания составляет 4 мм. Для реализации шага считывания 2 мм карты устанавливаются на обеих сторонах камеры. При этом четные сигнальные проволочки выводятся на одну сторону камеры, а нечетные - на другую.

Функциональная схема карты показана на рис.9.

3. ЭЛЕКТРОНИКА УПРАВЛЕНИЯ СЧИТЫВАНИЕМ ^{5,6/}

Основные функции этой электроники следующие:

- прием информации в последовательном виде с регистрирующей электроники;
- кодирование этой информации и запоминание в буферной памяти в виде, удобном для передачи в ЭВМ;
- передача собранной информации через магистраль КАМАК в ЭВМ.

Электроника управления считыванием выполнена в виде автономных блоков КАМАК двойной ширины. Связь с регистрирующей электроникой на камерах осуществляется через 20-жильные плоские кабели. К каждому блоку подходит два плоских кабеля, к каждому из которых может быть подключено до 32 карт регистрирующей электроники /1024 канала/. Карты, установленные в линию на одной стороне камеры, обеспечивают шаг считывания 4 мм. Поэтому для обеспечения шага 2 мм карты устанавливаются на обеих сторонах камеры с поочередным выводом анодных проволочек на одну и на другую сторону. В этом случае считывание осуществляется разряд за разрядом поочередно с двух сторон камеры /мультиплексный режим/. Частота сдвига 5 МГц. Время преобразования данных - 500 мкс.

Принимая информацию с карт в последовательном виде, блок управления определяет номер проволочки, соответствующей центру каждого кластера, а также размер кластера, затем загружает данные в буферную память /объем 32 слова/ для последующего считывания через магистраль КАМАК. Считывание данных в ЭВМ

через магистраль КАМАК осуществляется 16-разрядными словами. В первом слове сообщения блока всегда содержится его номер. В информационных словах разряды 1 ÷ 11 содержат номер проволочки, соответствующий центру выделенного кластера, а разряды 13 ÷ 16 - длину кластера. Последним в сообщении всегда считывается нулевое слово,



Рис. 10

говорящее о том, что все карты опрошены и вывод информации закончен. В описываемой системе использовано до 7 блоков управления. Формат данных, поступающих в ЭВМ из крейта КАМАК, показан на рис.10.

В блоке считывания имеются следующие сигналы КАМАК:

- L - появление LAM сигнала говорит о том, что данные в буферной памяти готовы для считывания через магистраль КАМАК;
- C и Z - очистка памяти и всех регистров;
- Q - вырабатывается при приеме команды F2, если при этом есть данные для считывания из буферной памяти.

Функции блока считывания:

- F2 - считывание 16-разрядного слова и подготовка следующего;
- F8 - проверка LAM, Q=1, если есть LAM;
- F9 - очистка и сброс, аналогично Z и C;
- F10 - сброс LAM;
- F16 - последовательная тестовая загрузка /0 или 1/ в оба сдвиговых регистра на картах электроники регистрации с шины W1;
- F17 - инициирует начало считывания и преобразования данных;
- F24 - блокировка LAM;
- F25 - включение комплементарного приема данных с карт /остается до конца цикла преобразования данных/;
- F26 - снятие блокировки LAM;
- F27 - проверка окончания вывода данных с карт регистрирующей электроники:
 - Q = 1 - вывод еще не закончен,
 - Q = 0 - вывод окончен.

На рис.11 дан наиболее общий алгоритм взаимодействия ЭВМ и блока управления считыванием. На рис.12 и 13 показана организация электроники считывания соответственно для пучковых камер и панельных камер 2816x1408 мм².

Рис. 11

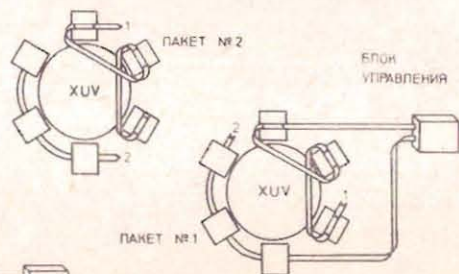
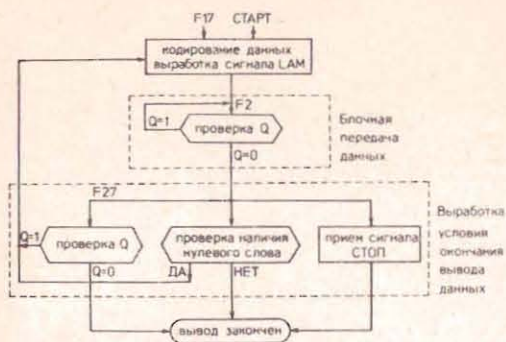


Рис. 12

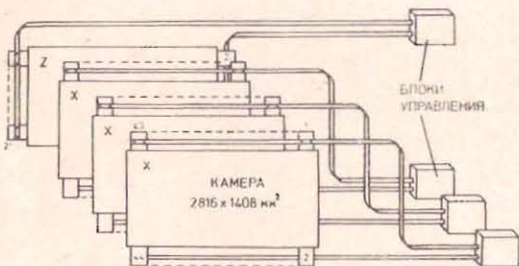


Рис. 13

4. НИЗКОВОЛЬТНОЕ ПИТАНИЕ РЕГИСТРИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОНИКИ НА КАМЕРАХ /7/.

Сетевое напряжение 3-фазной сети подается на мощную выпрямительную установку, в качестве которой использован модифицированный агрегат типа ВАС 600/300. Выходные напряжения этой установки через линию длиной 20 м передаются на низковольтные регуляторы, осуществляющие стабилизированное питание карт регистрирующей электроники /до 11 карт на каждый/ и расположенные в непосредственной близости от пропорциональных камер. Каждый регулятор имеет следующие выходные характеристики:

+ 5,3 В	- 7,5 А
- 5,3 В	1 А
+ 3 В	по 12 А.

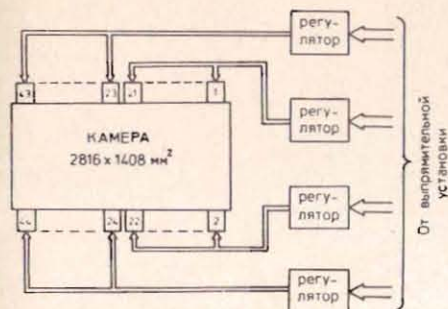


Рис. 14

Организация питания регистрирующей электроники на камерах 2816x1408 мм² показана на рис.14.

В системе предусмотрено два уровня защиты при перегрузках. В самой выпрямительной установке имеются плавкие предохранители на каждый регулятор. На самих регуляторах предусмотрена релейная защита. Управление работой регуляторов возможно как в местном, так и в централизованном режимах.

Для местного режима управления на регуляторах имеются две кнопки "Стоп", "Пуск". Для централизованного режима соответствующие кнопки имеются на панели управления выпрямительной установки. Переключение режимов управления осуществляется с панели управления выпрямительной установки.

Пакеты пучковых камер могут быть расположены на значительном расстоянии от выпрямительной установки. Поэтому для питания их электроники регистрации предусмотрены автономные источники, основой которых служат стандартные блоки.

5. ВЫСОКОВОЛЬТНОЕ ПИТАНИЕ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ КАМЕР

Основой системы высоковольтного питания являются высоковольтные источники, разработанные в ОНМУ ОИЯИ и описанные в работе /8/. Краткие их характеристики следующие. Источники выполнены в виде блоков КАМАК тройной ширины. В блоке имеется два независимых источника. Высокое напряжение регулируется плавно в пределах от 0 до 6 кВ. Ток нагрузки - до 600 мкА. Температурная нестабильность не хуже 10⁻⁴/°С. Источники обеспечивают быстродействующую защиту для предотвращения выхода из строя камер в экстремальных режимах работы. Срабатывание защиты происходит при превышении определенного порога как по току нагрузки, так и по напряжению. Регулировка порогов по току и по напряжению осуществляется с помощью потенциометров во всем диапазоне выходных токов и напряжений.

Включение высокого напряжения осуществляется от тумблера на передней панели. При включении тумблера в положение "ВКЛ" начинается линейное по времени увеличение напряжения от нуля до установленного рабочего значения со скоростью ~200 В/с. Требуемое рабочее значение напряжения может быть установлено либо потенциометром с передней панели, либо внешним опорным напряжением /например, от ЦАП/, подаваемым через разъем на передней панели.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вишневский А.В. и др. ОИЯИ, 13-83-15, 1983.
2. Вишневский А.В. и др. ОИЯИ, P13-10856, Дубна, 1977.
3. Голутвин И.А. и др. ОИЯИ, 9-81-674, 1981.
4. Афанасьев Ю.А. и др. ПТЭ, 1978, №5, с.112-115.
5. Беспалова Т.В. и др. ОИЯИ, 10-81-412, Дубна, 1981.
6. PCOS II. Proportional Chamber Operating System. LeCroy Research Systems Corp. June 1977.
7. Голутвин И.А. и др. ОИЯИ, 13-82-94, 1982.
8. Голутвин И.А. и др. ОИЯИ, 13-82-95, 1982.

Батарин В.А. и др.

13-84-833

Система пропорциональных камер на 8200 каналов для установки "СИГМА"

Дано общее описание координатного детектора, входящего в состав установки СИГМА и включающего пропорциональные камеры нескольких типов, электронику регистрации и управления считыванием, низковольтное и высоковольтное питание.

Работа выполнена в Отделе новых методов ускорения ОИЯИ

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1984

Перевод А.В.Дмитренко

Batarin V.A. et al.

13-84-833

The 8200 Channel Proportional Chamber System for the SIGMA Set Up

The system of few types of proportional chambers, read-out electronics, low and high voltage supplies is briefly described. It's a part of the SIGMA (IHEP) experimental set-up.

The investigation has been performed at the Department of New Methods and Acceleration, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1984

Рукопись поступила в издательский отдел
29 декабря 1984 года.