

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



СЗ44.12
Б-907

10/2-76

13 - 9442

1783/2-76

Н.Ф.Буланов, С.Высочил, В.А.Русаков

СИСТЕМА ОСВЕЩЕНИЯ
2-МЕТРОВОЙ
ВОДОРОДНОЙ ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРЫ "ЛЮДМИЛА"

Часть 2

1976

13 - 9442

Н.Ф.Буланов, С.Высочил, В.А.Русаков

СИСТЕМА ОСВЕЩЕНИЯ
2-МЕТРОВОЙ
ВОДОРОДНОЙ ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРЫ "ЛЮДМИЛА"

Часть 2

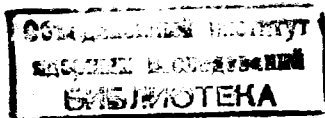


Схема освещения 2-метровой водородной пузырьковой камеры "Людмила" выбрана на основе расчета рассеяния света на пузырьке газа в предположении, что пузырек ведет себя, как короткофокусная линза ^{1/}. Для таких схем источник света располагается в плоскости входных зрачков объективов.

В схеме освещения камеры "Людмила", в которой применяется автоколлимационная система с растровыми зеркалами ^{2,3/}, свет от источника направляется сквозь стекла-иллюминаторы к отражательным элементам, после отражения от которых попадает обратно в осветитель. Таким образом, рабочий объем камеры освещается в двух направлениях: в прямом, до попадания света на растр, и в обратном - после отражения от растра.

Результаты обработки пленки, отснятой на установке "Людмила", показали, что имелись некоторые неравномерности в освещении рабочего объема. Неравномерности освещения, вызванные потерями в фотографической системе с широкоугольными объективами, усугубляли искажения, вносимые сложной оптической системой, вызывали видимое изменение толщины треков по объему камеры и затрудняли обработку. Поэтому потребовалась разработка новой системы освещения камеры, в которой были бы заложены возможности плавной регулировки светового потока по разным областям и создания необходимой аппаратуры питания и управления новым широкоугольным осветителем.

Главной задачей осуществленной разработки являлось обеспечение равномерности освещенности рабочего объе-

Рис. 1. Блок-схема импульсного освещения водородной камеры "Людмила".

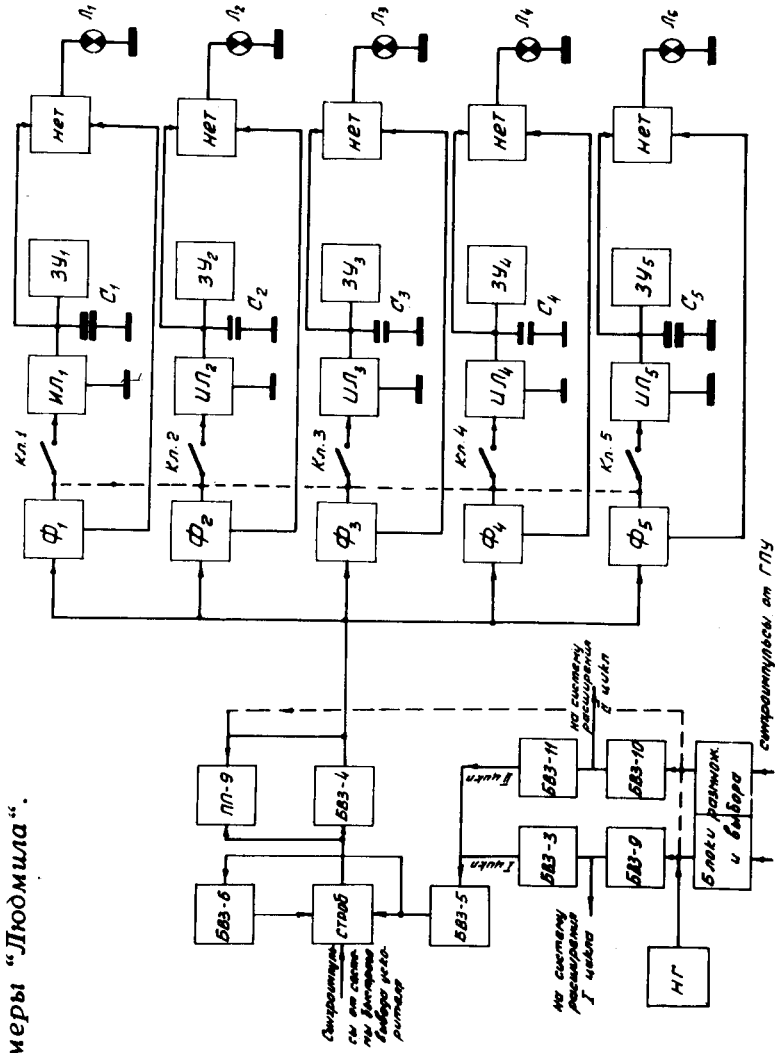
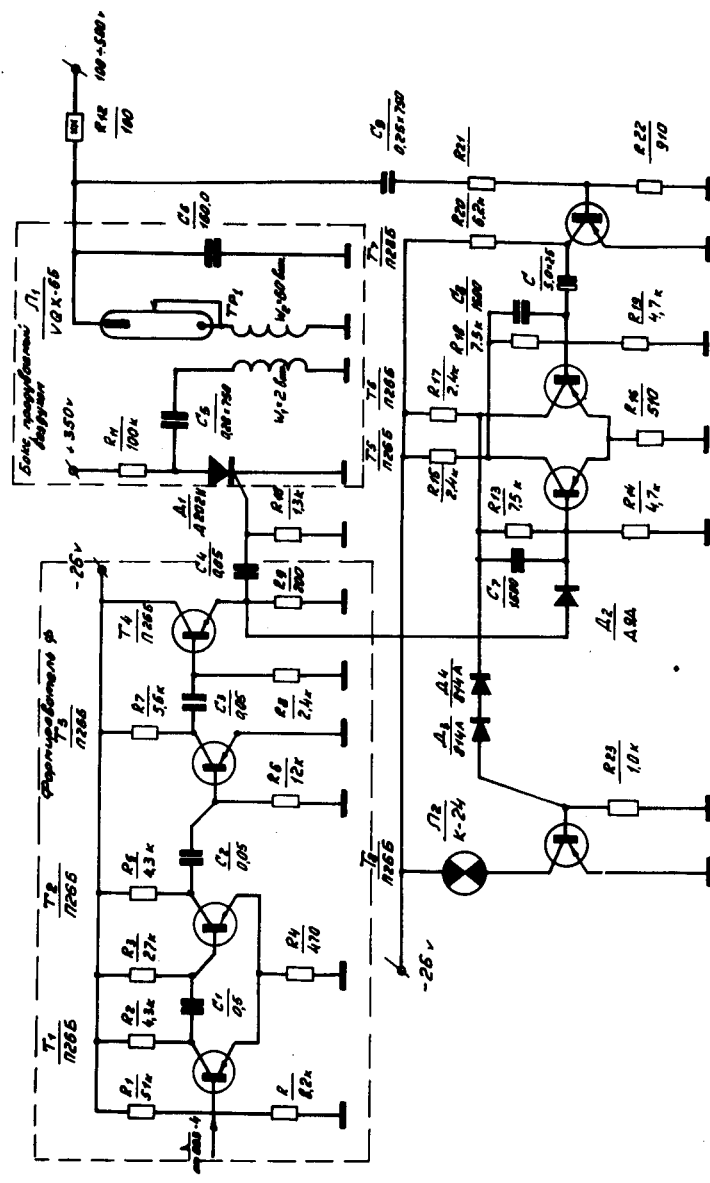


Рис. 2. Функциональная схема управления импульсным освещением одной импульсной лампы.



ма камеры, а также подбор таких импульсных ламп, которые давали бы не менее двух вспышек за интервал $1 \div 2$ с. Результаты, изложенные в первой части работы ^{/4,5/}, показывают, что импульсные лампы типа ИФК-50 в данном случае непригодны, так как по паспортным данным интервал между вспышками у них должен быть 10 с. В этой связи был произведен подбор импульсных ламп разных типов ^{/6/}, из которых по экспериментальным данным выбраны импульсные лампы типа VQX-65 ^{/7/}. Так как импульсная лампа VQX-65 в два раза длиннее, чем лампа ИФК-50, конструкция нового импульсного осветителя имеет ряд существенных отличий.

Длительная эксплуатация такой крупной установки, как 2-метровая водородная камера "Людмила", в уникальных пучках серпуховского протонного синхротрона ИФВЭ ^{/8,9/} показала хорошую работоспособность электронной системы управления импульсным освещением ^{/4/}. Дальнейшее усовершенствование описываемого широкоугольного осветителя с применением ламп VQX-65 потребовало изменения системы их питания и поджига, а также создания необходимой аппаратуры для обеспечения многократного освещения и фотографирования объема камеры за цикл ускорителя.

Блок-схема электронной системы освещения камеры приведена на *рис. 1*, а функциональная схема - на *рис. 2*.

В осветителе располагаются 5 импульсных ламп, каждая из которых питается своим источником /ЗУ/ с плавной регулировкой напряжения в широких пределах. Кроме этого, имеется также возможность изменения емкостей, питающих лампы.

Пять формирователей /Ф/, один из которых приведен на функциональной схеме *рис. 2*, усиливают, формируют и размножают импульсы, поступающие далее на ключи /КЛ/, выполненные на управляемых диодах типа КУ-202Н, а также на блоки управления лентопротяжными системами /СФК/, подсвета реперных крестов /РП/ и табло служебной информации /ДВ/. Имеется система логики включения постоянного подсвета камеры ^{/4/}. Для поджига ламп используется импульс, формируемый мощными трансформаторами, вторичная обмотка которых служит одновременно и силовым проводником для импульсных

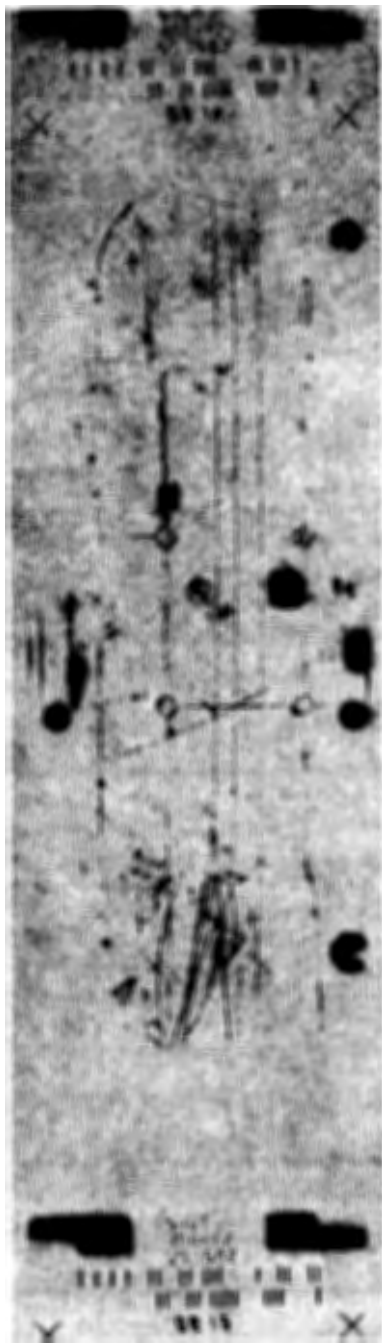


Рис. 3. Фотография следов антипротонов с $P = 22,4$ ГэВ/с.

ламп. Включение индуктивности в цепь лампы рекомендуется для более долговечной ее работы. Параметры применяемых трансформаторов следующие: $n_1 = 2$, провод ПЭВ $\phi 2,0$ мм; $L_1 = 1,6$ мкГ; $n_2 = 60$, провод ПЭВ $\phi 2,0$ мм, $L_2 = 356$ мкГ. Мощные импульсные лампы позволили снизить величину емкости, разряжаемую через лампу, с нескольких тысяч до 160-320 мФ и укоротить длительность вспышки /по сравнению с ИФК-50/ в несколько раз.

Таблица 1

Номер лампы	1	2	3	4	5
V лампы, вольт	410	450	375	410	410
C, мФ	320	160	160	160	320

В этих режимах лампы длительность вспышки оценивается в /0,2-0,3/мс. Стабильность блоков временных задержек /БВЗ/ составляет /0,05-0,1%/.

Применяемые нами лампы имеют максимальную мощность светового потока 900 Дж, рассчитаны на несколько миллионов вспышек, и, как показывает опыт, работают четко и надежно.

Как было отмечено, одной из причин выбора таких ламп было стремление осуществить двукратное фотографирование треков в камере за один цикл ускорителя. На рис. 1 показана блок-схема системы освещения в режиме двойного сброса пучка на камеру за цикл ускорителя. Из рисунка видно, что расширение камеры и стробирование импульса поджига ламп проводится по двум каналам синхроимпульсами с главного пульта управления /ГПУ/, а запуск ламп - синхроимпульсами от быстрого вывода ускорителя /БВ/ по одному каналу. Мощные источники питания ламп позволяют избежать создания

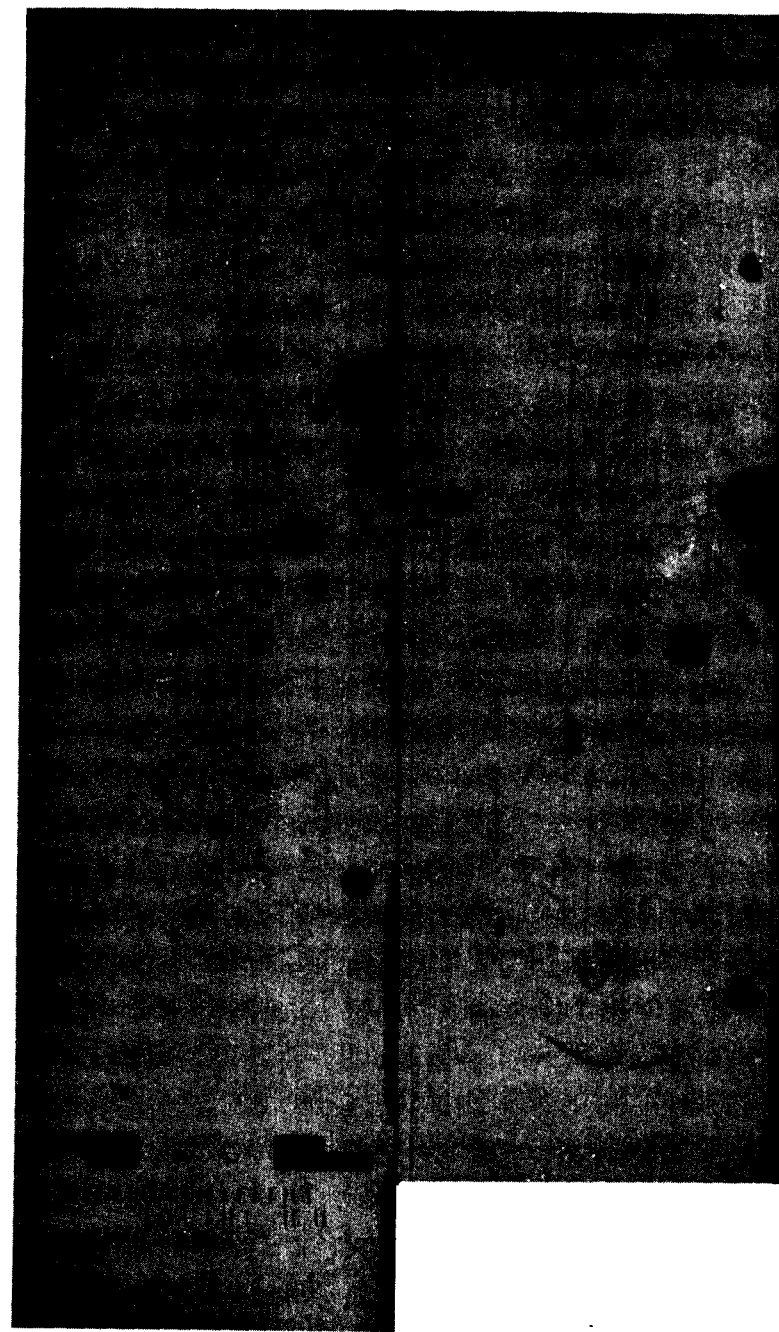


Рис. 4. Фотографии следов антронов с $P = 22,4$ ГэВ/с в режиме двойного сброса на камеру за цикл ускорителя.

Таблица 2

Тип лампы	Расстояние между электродами, мм	Внешний диаметр, мм	Внутренний диаметр, мм	Рабочее напряжение, кВ	Напряжение поджига, кВ	Энергия фото-вспышки, Дж			Напряженность зажигания, В	Срок службы вспышек
						L = 250 мкГ	L = 0,3 мкГ	L = 100 мкГ		
VQX-65	50	6	4	0,5-2	15-20	900	180	250	100	$2 \cdot 10^6$
ИФК-50	24	6,5	4	0,2	15	50			140	$30 \cdot 10^3$

специальных устройств для разделения каналов и допускают двойное освещение камеры в номинальном режиме со скважностью /1,5-2/ с, что и реализуется в рабочих условиях. На функциональной схеме /рис. 2/ показан формирователь /Ф/, принцип включения лампы VQX-65, а также логический элемент, фиксирующий нормальную работу системы. В табл. 2 содержатся сравнительные данные ламп ИФК-50 /6/ и VQX-65 /7/.

На рис. 5 показаны главные лучи в оптической схеме осветителя.

Цилиндрический корпус осветителя изготовлен из дюралюминия и в верхней части имеет фланец, обеспечивающий четкую фиксацию в центре базисной плиты фотоаппарата. Импульсные лампы располагаются внутри корпуса и защищены от влияния рассеянного магнитного поля специальным магнитным экраном. В целях удобства

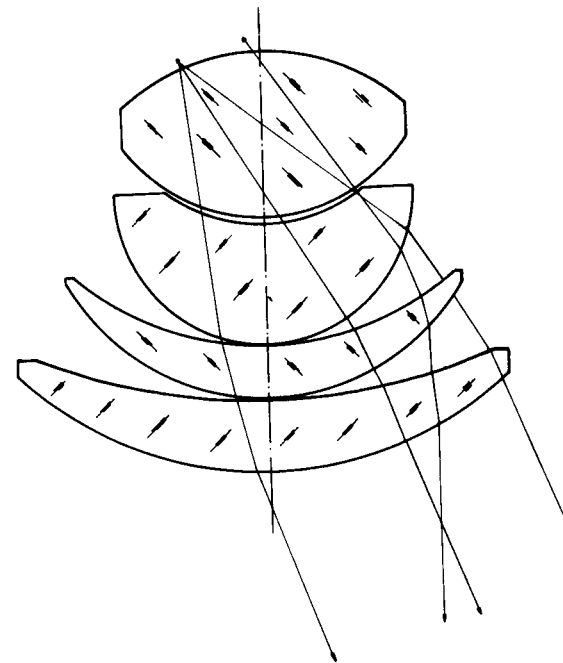


Рис. 5. Оптическая схема осветителя. Ход главных лучей.

работы с осветителем и осуществления безопасной работы в водородной зоне в осветителе предусмотрен герметичный разъем для ввода кабелей питания импульсных ламп и трубок для поддува воздухом. Для компенсации остаточной хроматической аберрации и ослабления рассеянного фона от поверхности стекол-иллюминаторов осветитель снабжен красным светофильтром марки КС-10.

На рис. 4 показаны две фотографии следов антипротонов с импульсом 22,4 ГэВ/с, полученные в феврале 1975 года при работе в двойном цикле камеры со скважностью 1,8 с. Из фотографий видно, что созданная система освещения обладает лучшими параметрами и позволяет выполнять несколько фотографирований за цикл ускорителя. Дальнейшим перспективным направлением развития системы освещения камеры является осуществление высокой стабилизации энергии вспышки импульсных ламп. Рассматривается возможность применения для этих целей малой электронно-вычислительной машины.

В заключение авторы выражают искреннюю признательность И.М.Граменицкому за полезные обсуждения при изготовлении и наладке системы. Авторы благодарят также сотрудников отдела водородных камер ЛВЭ за помощь при создании аппаратуры.

Литература

1. Ю.А.Александров и др. Пузырьковые камеры. М., Госатомиздат, 1963, стр. 147.
2. Э.В.Козубский, М.Малы. Авторское свидетельство №160604, Бюллетень изобретений №24, 1962.
3. Н.М.Вирясов и др. Препринт ОИЯИ, 13-8382, Дубна, 1975.
4. Б.В.Батюня и др. Сообщение ОИЯИ, 13-9441, Дубна, 1976.
5. Б.В.Батюня и др. Сообщение ОИЯИ, 13-7615, Дубна, 1973.
6. И.С.Маршак. Импульсные источники света. Госэнергоиздат, М., 1963, стр. 211, 236.

7. Utilisation des lampes a eclairs, VQ standart, Verre et quartz - France.
8. И.М.Граменицкий и др. Препринт ИФВЭ, ОП-74-55, Серпухов, 1974.
9. В.Н.Алферов и др. Препринт ИФВЭ, ОП-74-52, Серпухов, 1974.

Рукопись поступила в издательский отдел
7 января 1976 года.