

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория высоких энергий

P-129

Ван Ган-чан, М.И.Соловьев, Ю.Н. Шкобин

24-ЛИТРОВАЯ ПРОПАНОВАЯ ПУЗЫРЬКОВАЯ КАМЕРА

ТТЭ, 1959, №1, с 41-43.

1957

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория высоких энергий

P-129

Ван Ган-чан, М.И.Соловьев, Д.Н. Шкобин

24-ЛИТРОВАЯ ПРОПАНОВАЯ ПУЗЫРЬКОВАЯ КАМЕРА

24-литровая пропановая пузырьковая камера сконструирована для работы с пучками частиц синхротрона Объединенного института ядерных исследований. Многие вопросы, связанные с конструированием этой камеры, были решены на камере диаметром 11 см (1). Камера может наполняться как пропаном, так и другими газами или газо-жидкими смесями, если их давление не превышает 30 атм, и температура -30°C . Камера будет помещена в постоянное магнитное поле напряженностью 16000 гаусс.

Так как рабочее давление в различных пузырьковых камерах составляет от 5 до 30 атм, то для более крупной, тем труднее ее изготовлять и разбирать. На рис. 1 показана конструкция камер пропановой камеры с фотографуемым объемом $55 \times 28 \times 14 \text{ см}^3$.

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

1957

Корпус камеры, расширитель, коллекторы и трубки сделаны из

А Н Н О Т А Ц И Я

Описывается 24-литровая пропановая пузырьковая камера с фотографируемым объемом $55 \times 28 \times 14 \text{ см}^3$. Камера предназначена для работы в постоянном магнитном поле. Для передачи давления используется вода, отделенная от пропана сифонами.

Расширитель с электромагнитным клапаном вынесен в рассеянное магнитное поле. Применено освещение под углом 90° к оси фотографирования. Для получения темного фона на дно камеры положено черное стекло.

I.

24-литровая пропановая пузырьковая камера сконструирована для работы с пучками частиц синхрофазотрона Объединенного института ядерных исследований. Многие вопросы, связанные с конструированием этой камеры, были решены на камере диаметром 11 см (I). Камера может наполняться как пропаном, так и другими жидкостями или газо-жидкими смесями, если их давление не превышает 30 атм. и температура $+ 90^\circ \text{C}$. Камера будет помещена в постоянное магнитное поле напряженностью 16000 гаусс.

Так как рабочее давление в различных пузырьковых камерах составляет от 5 до 30-40 атм., то чем больше камера, тем труднее ее изготовление и размещение в магните (2-7). На рис. I показана конструкция нашей пропановой камеры. Ее фотографируемый объем — $55 \times 28 \times 14 \text{ см}^3$.

Корпус камеры, расширитель, коллекторы и трубы сделаны из латуни, а конусный колпак и болты — из нержавеющей стали.

Сверху рабочий объем закрыт большим стеклом (рис. I, 3), по бокам имеются длинные узкие окна для освещения (рис. I, 4). Стекла камеры изготовлены из К-8. Верхнее стекло имеет размер $610 \times 340 \times 110 \text{ мм}^3$, боковые - $300 \times 70 \times 36 \text{ мм}^3$.

Верхнее стекло разгружено: давление со стороны пропана частично скомпенсировано давлением газа (15 атм), заключенного в конусном колпаке (рис. I, 2), в верхней, увеченной, части которого сделаны 3 небольших окна (рис. I, 15) для фотографирования и наблюдения.

Уплотнение стекол осуществляется с помощью прокладок из фторопласта - 4.

II.

Почти все описанные в литературе пузырьковые камеры (2, 5, 7-12 и др.) работают с освещением напросвет.

Для жидко-водородных пузырьковых камер это объясняется особенностями рассеяния света на пузырьках. Но даже в водородных камерах большого размера проблема освещения решается иначе (3, 4, 6).

Для больших размеров камер приходится применять большие стекла. Изготовление больших оптических стекол и работа с ними всегда сопряжена с трудностями уплотнения, защиты, равномерного нагрева и охлаждения и т.д.

При освещении напросвет нужно разместить сзади стекла осветитель, что ведет к сокращению размеров рабочего объема, т.к. зазор магнита задан (камера рассчитывалась для работы в готовом магните).

Нами применено освещение под углом 90° к оси фотографирования.

Предварительные опыты^{x)} на модели по фотографированию пузырьков газа в воде на фоне черного дна при освещении через окна $28 \times 5 \text{ см}^2$ дали удовлетворительные результаты. Мы ожидали такого же качества и для фотографического изображения пузырьков в пропане, т.к. у воды показатель преломления $n = 1,33$, а у пропана $n = 1,21 - 1,24$ (в зависимости от температуры и расширения).

Наши ожидания подтвердились. Фотографии следов, заряженных частиц, полученные в 24-литровой камере, вполне удовлетворительные^{xx)}.

Применены осветители (рис. I, I3) без конденсоров. Конструкция их очень проста - это цилиндрический рефлектор с двумя лампами ИСС-250 или ИФК-500. Спиральные лампы, в отличие от линейных, хорошо ведут себя в магнитном поле.

На дно камеры положены полосы из черного стекла, на их фоне производится фотографирование.

Будет использован стереофотоаппарат, изготовленный ЛИТМО. База 300 мм, объективы "Руссар-плазмат" с фокусом 61 мм и углом $2\beta = 70^\circ$, масштаб съемки 1/10.

III.

Давление передается через воду, отделенную от пропана сильфонами (рис. I, I0) диаметром 78,5 мм. Вдоль длинных сторон камеры расположено по четыре сильфона. Они закрыты коллекторами. (Рис. I, I2). Коллекторы соединяются с расширителем (рис. I, 8) двумя симметрично расположенными трубами (рис. I, 5) с внутренним диаметром 50 мм. Ожидалось, что при таком расположении сильфонов во

x) Опыты проведены ст. лаборантом Ф.М. Сапгир и студентом МГУ Л.Н. Дубровским.ж

xx) Недавно мы узнали, что аналогичную схему освещения использовали Alston и др. (I3).

время расширения ближайший к расширителю сильфон начнет перемещаться раньше, чем дальний. Для того, чтобы все сильфоны имели равномерное перемещение, в металлических стаканах (рис. I, II), ограничивающих их ход, сделаны отверстия разной площади.

Рабочий газ удерживается в расширителе обычным электромагнитным клапаном (рис. I, I7) с двумя обмотками. "Удерживающая" обмотка (рис. 2, 3) имеет 9000 витков, "отшибающая" - 50 витков, уложенных в зазоре, как показано на рис. 2, 4.

При токе в удерживающей обмотке 90 мА якорь открывается сам при давлении 31 атм. При давлении 24,5 атм. начинается открытие клапана, если через отшибающую обмотку разрядить емкость 40 мФ, 200 в. В интервале 25-30 атм. клапан работает удовлетворительно. Разброс во времени открывания после запускающего импульса меньше 0,5 мсек.

Измерение давления производится емкостным манометром, включенным в схему, описанную Е.В. Кузнецовым (I4).

Электромагнитный клапан защищен магнитным экраном (рис. I, I8) из стали - 3 и вынесен с помощью труб в зону рассеянного магнитного поля.

Магнитный экран одновременно является глушителем звука при выхлопе газа и стабилизатором нижнего давления в камере. При открывании электромагнитного клапана объем расширителя соединяется с объемом экрана. Так как все расширение продолжается несколько мсек, то в экране и расширителе устанавливается некоторое среднее давление. Изменяя объем экрана (изменяя число дюралюминиевых дисков в нем) (рис. I, 7) можно изменять давление, до которого происходит расширение пропана, и таким образом, регулировать чувствительность камеры (I, 9-I2). Газ из магнитного экрана выпускается через игольчатый вентиль (рис. I, 6) за время подготовки камеры к следующему расширению.

В настоящее время камера работает с 15-секундным циклом, но мы надеемся сократить его до 11-12 сек, применив более широкие трубки для подачи газа. Время чувствительности камеры больше 20 мсек. Камера становится чувствительной через 25 мсек после запускающего импульса.

Камера обогревается от двух термостатов. Дно камеры (рис. I, I6) - от ТС-24, верх (рис. I, I7) - от ТС-15. Вода от термостатов передается по дюритовым трубкам с внутренним диаметром 10 мм, длиной 4,5 м. Для уменьшения потерь тепла все четыре трубки соединены вместе и теплоизолированы.

Сама камера имеет войлочную теплоизоляцию, которая может легко собираться и разбираться. Нагрев камеры до рабочей температуры 60-65 °C занимает около 4 + 4,5 часов.

У.

Схема управления временными циклами^{х)} запускается от внутреннего генератора с частотой 10-15 сек, от схемы совпадений, от датчика ускорителя или путем включения с ^{кнопки} произвольным циклом.

В заключение авторы благодарят В.И.Векслера и И.В.Чувило за постоянный интерес к работе, а также Э.В.Козубского, Е.И.Кладницкую, Дин Да-цао, Ван Цзу-Цзена, Л.Н.Дубровского, А.В.Никитина, Д.М.Салгир, И.Н.Потапова, которые участвовали в обсуждении проекта и оказывали большую помощь в работе.

х) Схема изготовлена студентом МГУ Никитиным А.В.

Л и т е р а т у р а

1. М.И.Соловьев, Е.Н.Кладницкая, Н.А.Смирнов, Отчет ЛВЭ, июль 1956г.
2. L.W. Alvarez, CERN, Symposium, 2, 13, 1956г.
3. L.W. Alvarez, Доклад о проекте 72-дюймовой водородной пузырьковой камеры на Всесоюзной конференции по физике частиц высоких энергий 14-22 мая 1956 г.
4. Н.Р. Hernandez, J.W. Mark, R.D. Watt, R.S.I. 28, 528, 1957
5. И.И.Першин П Т Э, I, 39, 1956.
6. А.В.Белоногов, А.Г.Зельдович, В.З.Калганов, А.В.Лебедев, С.Я.Никитин, В.Т.Смолянкин, И.В.Чувило. Доклад на совещании по камерам в ОИЯИ 11-16 ноября 1957 года.
7. L.O. Oswald R.S.I. 28, 80, 1957
8. D. Glaser, D. Rahm, Phys.Rev., 97, 474, 1955
9. Г.А.Блинов, Ю.С.Крестников, М.Ф.Ломанов, ИЭТФ 31, 762, 1956.
10. Г.А.Блинов, М.Ф.Ломанов, А.Г.Мешковский, Я.Я.Шаламов, В.А.Шебанов. Доклад на совещании по камерам в ОИЯИ 11-16 ноября 1957 года.
11. А.П.Котенко, Е.П.Кузнецов, Ю.С.Попов. Доклад на совещании по камерам в ОИЯИ 11-16 ноября 1957.
12. P. Bassi, A. Loria, I.A. Meyer, P. Mittner, I. Scotoni Nuovo Cim. 4, 491, 1956.
13. Alston, Collinge, Evans, Newport and Williams Phil.Mag., 2, 280, 1957.
14. Е.В.Кузнецов, ПТЭ I, 58, 1956.

ПОДПИСИ К РИСУНКАМ

Рисунок № I

Схематический чертеж камеры

- I. Стекло
2. Конусный колпак
3. Верхнее стекло камеры
4. Боковые стекла
5. Т р у б ы
6. Игольчатый вентиль
7. Дюралюминиевые диски
8. Расширитель
9. Тройник
10. Сильфон
- II. Стакан, ограничивающий ход сильфона и скорость вытекания жидкости.
12. Коллектор
13. Осветитель
14. Верхний обогреватель
15. Окна для фотографирования
16. Полости для обогрева дна камеры
17. Электромагнитный клапан
18. Магнитный экран

Рисунок № 2

Электромагнитный клапан

- I. Резина
2. Шток из нержавеющей стали
3. Обмотка 9000 витков \varnothing 0,31 мм
4. Обмотка 50 витков \varnothing 0,41 мм
5. Латунная фольга 0,05 мм
6. Якорь клапана
7. Амортизатор (резина).

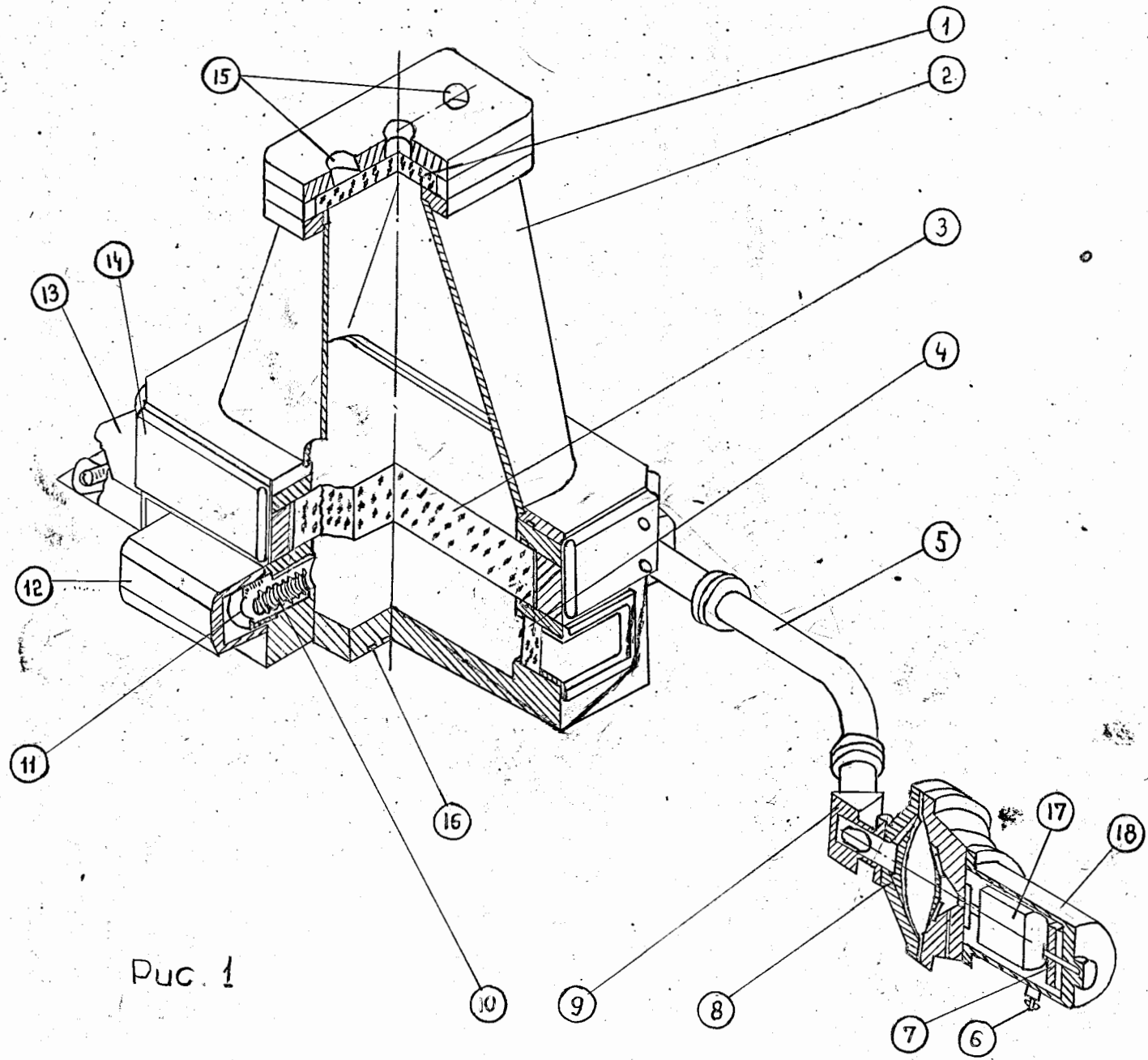


Рис. 1

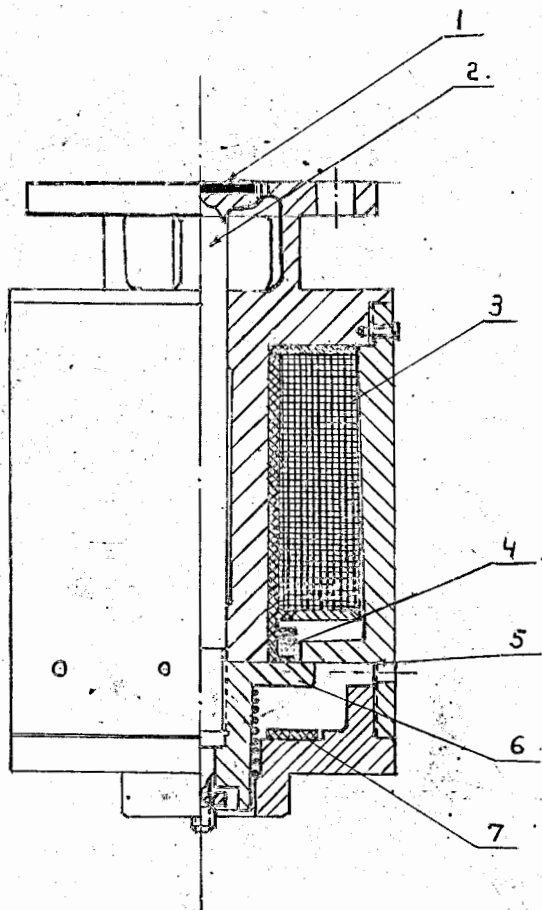


Рис. 2