

2339/2-74

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



Б-448

13 - 7878

В.М.Белякин, С.М.Биттибаев, Ю.П.Мальков,
Е.М.Матюшевский, А.Т.Матюшин, В.Т.Матюшин,
Ж.Ж.Мусульманбеков, Э.А.Николаевская, Н.Н.Нургожин,
В.Н.Семенова

СИСТЕМА ГАЗООБЕСПЕЧЕНИЯ
СТРИМЕРНЫХ И ТРЕКОВЫХ ИСКРОВЫХ КАМЕР
БОЛЬШОГО ОБЪЕМА СГК-БО

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

1974

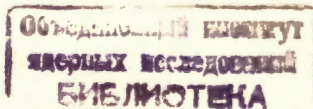
ЛАБОРАТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ
ТЕХНИКИ И АВТОМАТИЗАЦИИ

В.М.Белякин,¹ С.М.Биттибаев,² Ю.П.Мальков,²
Е.М.Матюшевский,¹ А.Т.Матюшин, В.Т.Матюшин,¹
Ж.Ж.Мусульманбеков,² Э.А.Николаевская,¹ Н.Н.Нургожин,²
В.Н.Семенова²

СИСТЕМА ГАЗООБЕСПЕЧЕНИЯ
СТРИМЕРНЫХ И ТРЕКОВЫХ ИСКРОВЫХ КАМЕР
БОЛЬШОГО ОБЪЕМА СГК-БО

¹ ЛВЭ ОИЯИ.

² ИФ ЭЭ АН Каз.ССР.



Работа выполнена совместно сотрудниками Лаборатории высоких энергий, Лаборатории вычислительной техники и автоматизации и Института физики высоких энергий АН Каз.ССР.

Белякин В.М., Биттибаев С.М. и др.

13 - 7878

Система газообеспечения стримерных и трековых искровых камер большого объема СКГ-БО

Описана система газообеспечения искровых и стримерных камер большого объема, разработанная для установок СКМ-200 и АДРОН-44. Газообеспечение камеры производится путем продува рабочего газа через камеру, сбора его в баллоны и последующей регенерации под давлением.

Номинальная производительность системы $3 \text{ м}^3/\text{час}$. Конструктивно она осуществлена в виде отдельных функциональных блоков.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований
Дубна, 1974

Одним из наиболее существенных факторов, влияющих на характеристики камеры, являются чистота и постоянство состава газа в ней. Как показывает опыт применения камер в физических экспериментах, трудно рассчитывать на изготовление камеры, первоначальный состав газа в которой не изменялся бы по тем или иным причинам, обусловленным газовыделением из швов и стенок камеры, продуктами разложения примесей под действием электрического разряда и натеканием в камеру компонентов окружающей среды, обычно воздуха.

По мере развития и применения искровых и стримерных камер в технике физического эксперимента растут размеры их чувствительных объемов и, как следствие, суммарные площади герметизирующих, обычно тонких, стенок. При этом основной причиной загрязнения газового наполнения камеры является натекание.

Описываемая ниже система разработана для газообеспечения двухметровой стримерной камеры /1/ установки СКМ-200 и комплекса больших трековых искровых камер /2/ установки "Адрон-44".

Простейшим методом газообеспечения камеры является постоянный продув через нее газа заданного состава. Скорость потока Q (л/час) при продуве камеры объемом V (л) зависит от величины натекания воздуха n (% объема камеры/час), уровня его содержа-

ния во вдуваемом газе $-y_1(\%)$ и может быть определена по формуле /3/

$$Q = \frac{m}{y_1 - y_1} v,$$

где y_1 — допустимый уровень содержания воздуха в камере.

Первоначальная замена воздушного наполнения камеры при продувке за время t (час) требует расхода газа в соответствии с /3/

$$y = 100 \exp\left(-\frac{Qt}{Vc}\right) \%.$$

Отсюда следует, что уже для первоначального наполнения камеры даже при отсутствии натекания требуется продуть через нее около 10 объемов чистого газа для снижения уровня содержания воздуха до 0,01% объема.

При среднем уровне натекания воздуха 0,005% в час в камеру объемом 1000 литров необходимо поддерживать проток газа величиной 500 л/час ($y = 0,01\%$), что при современной стоимости, например, неона особой чистоты, требует значительных расходов. С повышением уровня содержания воздуха в струйной камере до 0,1%, что является величиной, близкой к предельно допустимой, расходы на газообеспечение все же остаются очень большими, поэтому данный способ в настоящее время используется очень ограниченно.

Широкое распространение получил циркуляционный способ газообеспечения /3,4/, при котором загрязненный газ, выходящий из камеры, снова поступает в нее, предварительно проходя через специальные устройства, содержащие вещества, хорошо поглощающие компоненты воздуха (активированный уголь, цеолиты и нагретые металлы).

Обладая определенными достоинствами, циркуляционный способ не обеспечивает требуемого постоянства состава газа в камере, так как эффективность устройств очистки зависит от количества пропущенного через них газа.

Основной разработанной схемы газообеспечения является непрерывный продув камеры рабочим газом со сбором и регенерацией его под давлением, что значительно повышает эффективность очистки. Причем на входе может быть заранее создан достаточно большой запас газа, что дает возможность поддерживать постоянство его состава в камере в течение длительного времени без регенерации. Регенерация газа в системе может осуществляться как одновременно с экспериментом, так и после его проведения.

Система газообеспечения выполнена в виде отдельных функциональных узлов, которые полностью автономны, что дает возможность в случае надобности разнести посты газообеспечения камеры и регенерации газа. В систему входят четыре различных по назначению функциональных узла, смонтированных на подвижных тележках: ПУГ — платформа уравновешенных газгольдеров (рис.1), ПМК — платформа мембранного компрессора (рис.2), ПББ — платформа буферных баллонов (рис.3), ПРТ — платформа регенерации газа (рис.4). Соединения между платформами в различных режимах работы указаны на рис. 5,6 и 7.

Поддержание в камере давления, близкого к атмосферному, осуществляется с помощью уравновешенного газгольдера (Г, рис.5), откачка которого по мере заполнения производится компрессором, включаемым вручную или автоматически схемой, управляемой концевыми выключателями, установленными на газгольдере.

На рис.8 приведена схема соединений платформы уравновешенных газгольдеров. Газгольдер Г₂ предназначен для сбора газа, сбрасываемого из ловушек и адсорберов ПРТ при регенерации после их насыщения или во время остановки процесса очистки. Если же очистка не производится, второй газгольдер может работать одновременно с первым, что позволяет удвоить рабочий объем газгольдеров (2x1 м³).

Каждый из осушителей ($O_1 + O_4$) представляет собой стальной сосуд цилиндрической формы с внутренним объемом 4л, заполненным силикагелем. Регенерация осушителя производится путем его прогрева до температуры $100-120^\circ$ с помощью электрической печи при одновременном продувании сухим азотом с последующим вакуумированием.

Пульс I с ротаметрами PT_1-PT_3 позволяет осуществить контроль величины потока рабочего газа, поступающего из баллонов ПББ через редуктор. Диапазон контролируемых потоков - от 5 до 500 л/час.

Пульс 2 с масляными предохранителями MP_1 и MP_2 исключает случайное повышение давления на входе и выходе камеры сверх допустимых пределов, заданных уровнями вакуумного масла.

Контроль чистоты газа производится на пульте 3 с помощью отградуированных разрядников - газоразрядных ячеек ^{1/5/}. На рис. 12 приведена градуировочная кривая разрядника для неона.

Номинальная производительность системы ($3 \text{ м}^3/\text{час}$) и рабочие давления (до 150 атм) обеспечиваются мембранным компрессором МК-4,5/200. На выходе компрессора установлен блок маслозащиты (БМ), срабатывающий при появлении в закачиваемом газе масла (разрушение мембраны) или влаги (полное насыщение осушителей). При срабатывании БМ происходит автоматическое заграждение выхода ПМК, выключение компрессора и подача аварийного сигнала.

Баллоны ПББ (100 л, 200 атм) объединены в три группы по три баллона в каждой. Любая из групп может быть поочередно использована для рабочего, загрязненного или очищенного газа.

Регенерация загрязненного газа осуществляется на ПРТ (рис. 9). Ловушки L_1, L_2 и адсорберы $A_1 - A_4$ представляют собой сосуды, подобные осушителям. Внутри ловушек установлены радиаторы с развитой поверхностью, в качестве адсорбирующего вещества использован активированный уголь.

В охлаждаемых жидким азотом ловушках происходит вымораживание водяных паров, микропримесей, специально вводимых в состав газа, а также охлаждение основных компонентов воздуха при соответствующем повышении давления в них. Это дает возможность осуществлять предварительную очистку даже сильно загрязненного воздухом или азотом газа, который поступает при первоначальном заполнении камеры.

Как показали испытания, коэффициент очистки неона от воздуха при соответствующих парциальных давлениях в ловушке и скорости потока $3 \text{ м}^3/\text{час}$ близок к 10 (уровень загрязнений снижался с 30 до 3%). При этом ловушка способна удалить из смеси неона и воздуха до 1 м^3 воздуха.

Тонкая очистка основного наполнителя происходит в адсорберах ($A_1 + A_4$), также охлаждаемых жидким азотом. Сорбционная емкость адсорбера значительно возрастает с повышением в нем давления ^{1/3/}. На рис. 10 приведена зависимость глубины очистки газа от давления в адсорбере при циркуляции в системе 2 м^3 неона с содержанием 25 л воздуха. Время циркуляции до очередного изменения давления 30 мин.

При уровне содержания воздуха в газе на входе ПРТ 0,3%, а на выходе - 0,01% производительность ПРТ - не менее $3 \text{ м}^3/\text{час}$. При меньшем уровне загрязнений в очищаемом газе производительность системы возрастает. Максимальная чистота очищенного неона не хуже чем неона "особой чистоты". Один адсорбер способен поглотить 150-200 литров воздуха.

Регенерация ловушек и адсорберов производится аналогично осушителям, но температура их нагрева выше ($200-300^\circ\text{C}$). Для уменьшения потерь основного наполнителя при регенерации адсорберов целесообразно после снятия с них дьюаров с жидким азотом собирать выпускаемый газ в газольдер в течение одного часа. При этом конечный уровень

содержания воздуха в газе на выходе адсорбера составлял 2-3%, а потери основного наполнителя не превышали 1%.

Рис. II характеризует процесс выхода неона из поглотившего 100л воздуха адсорбера после прекращения его охлаждения жидким азотом.

Перед первоначальным заполнением камеры рабочим газом целесообразно продуть ее и газгольдеры "сухим" азотом (8-10 объемов камеры). Как показывает опыт работы, после подобной осушки ввод камеры в рабочий режим осуществляется быстрее.

В настоящее время СК БУ успешно используется на установке СКМ-200 для обслуживания двухметровой стимерной камеры ($\sim 1 \text{ м}^3$).

В заключение авторы выражают благодарность А.М.Балдину, М.Г.Мещерякову, Ж.С.Такибаеву, Н.И.Павлову, И.А.Савину, Э.О.Оконову, В.А.Свиридову, Ю.А.Сусову за поддержку работы; С.А.Краснову, А.И.Завгороднему, Т.Д.Иманбекову, Л.Г.Макарову, внесшим большой вклад в разработку, изготовление и наладку системы на различных этапах работы; В.С.Григорашенко, Б.К.Курятникову, А.Ф.Сабаеву, И.Ф.Фурсову, осуществившим изготовление системы; В.Я.Рубцову и С.Е.Калычкину, Г.В.Куценко, А.Г.Комаровой, Г.И.Слейнику, В.И.Трофимову, проводившим конструирование некоторых узлов системы; Н.И.Баландинову за помощь при отработке технического задания на адсорберы.

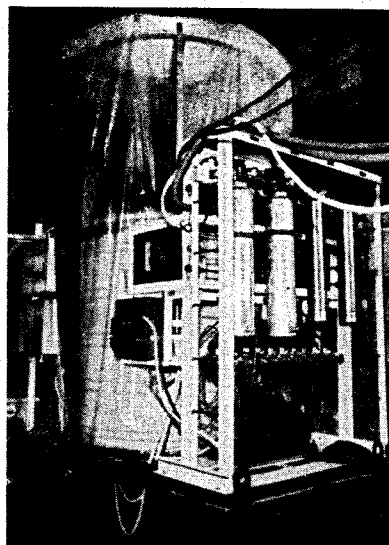


Рис. I. Общий вид платформы уравновешенных газгольдеров. (Вариант конструкции с одним газгольдером).



Рис. 2.

Общий вид платформы мембранного компрессора.



Рис. 3.

Общий вид платформы баллонов.

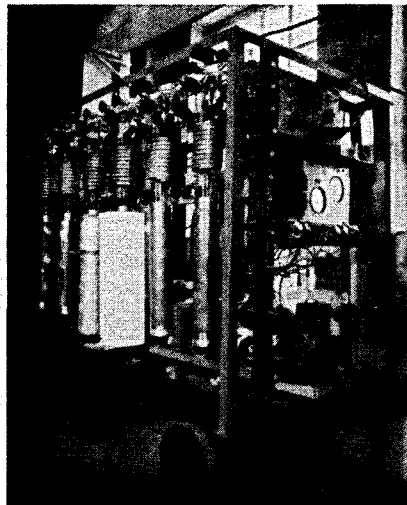


Рис.4.
Общий вид платформы регенерации газа.

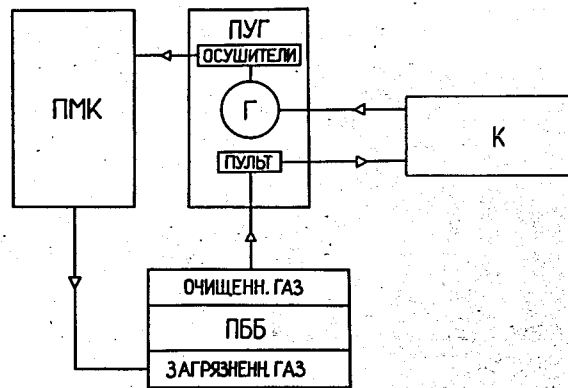


Рис.5. Режим газобеспечения камеры (К) без регенерации газа.

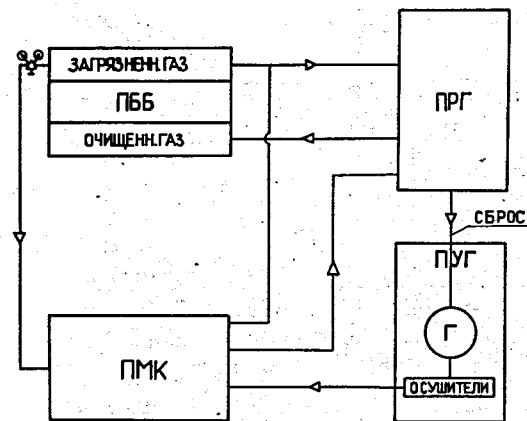


Рис.6. Режим регенерации газа.

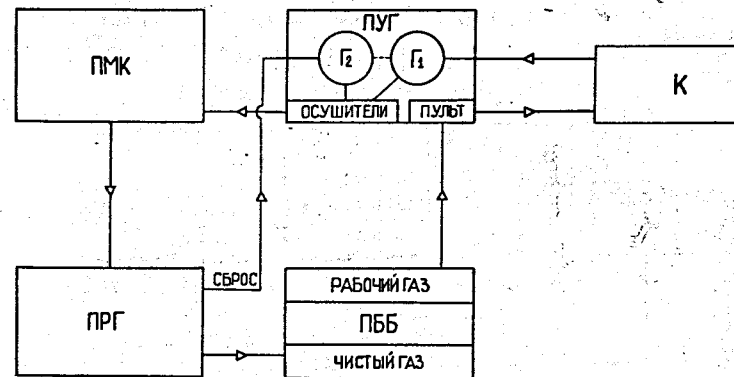


Рис.7. Режим газобеспечения камеры с одновременной регенерацией.

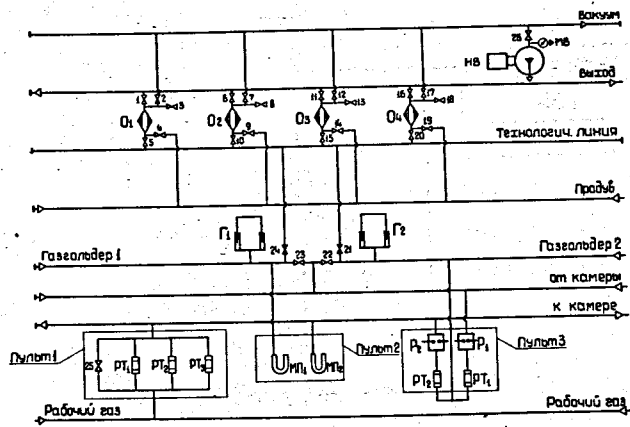


Рис. 8. Схема соединений платформы уравновешенных газгольдеров.

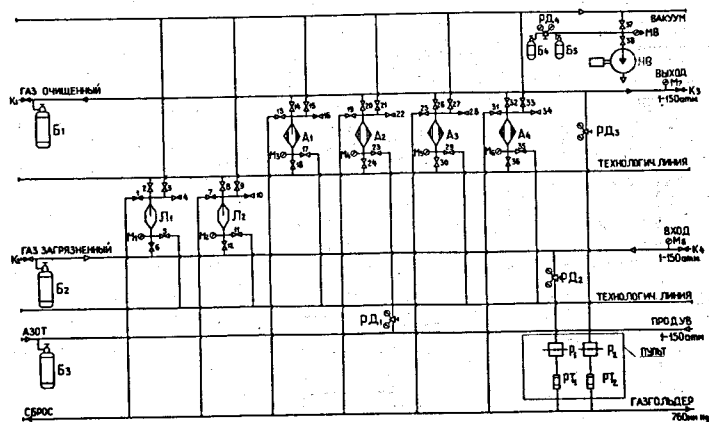


Рис. 9. Схема соединений платформы регенерации газа.

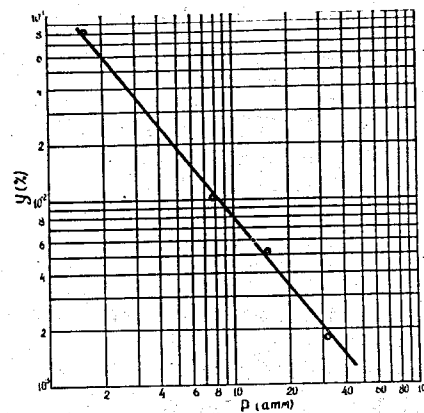


Рис. 10.

Зависимость глубины очистки неона в адсорбере от давления в нем.

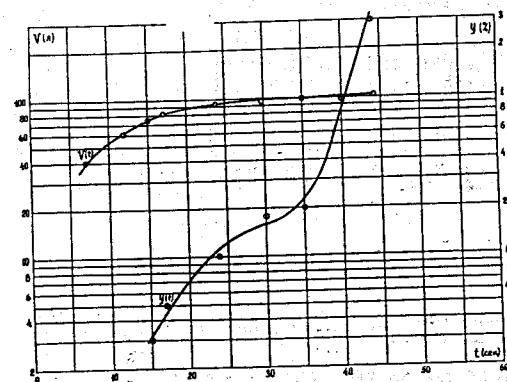


Рис. 11. Зависимость количества и уровня чистоты неона, выпускаемого из адсорбера, от времени, отсчитываемого с момента прекращения охлаждения его жидким азотом.

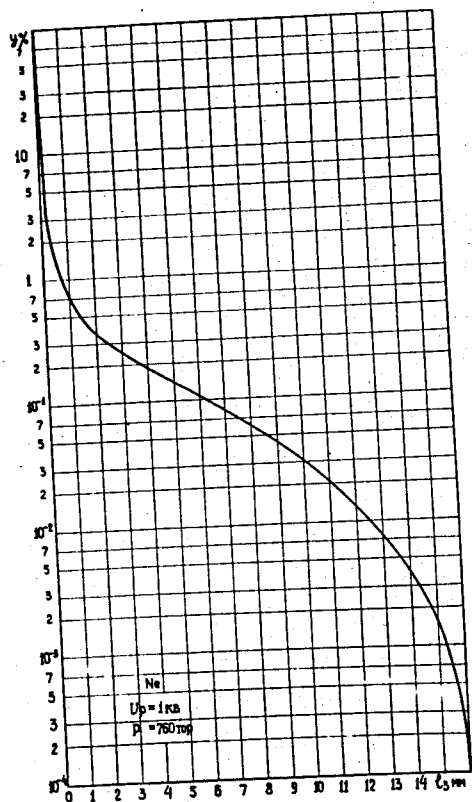


Рис. 12.

Градуировочная кривая разрядника:

l - искровой зазор разрядника (мм);

y - уровень содержания примесей воздуха в неоне (%).

ЛИТЕРАТУРА

1. G.Vardenga et al. International Conf. on Instr. for High Energy Physics, Frascati, Italy, May, 1973, 8-12.
2. С.М.Биттибаев, Н.Н.Нургожин, Ж.С.Такибаев. ПТЭ, 2, 1973.
3. В.Г.Фастовский и др. Инертные газы. Атомиздат, Москва, 1972.
4. F.Bulos, A.Odian, F.Villa and D.Yount. Streamer Chamber development, SLAC-74, 1967.
5. А.Ф.Писарев, В.М.Шешунов. ПТЭ, № 2, 1970.

Рукопись поступила в издательский отдел
 18 апреля 1974 года.