

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



СЗУУ. 14
В-358

№14-76
13 - 9883

3968/2-76

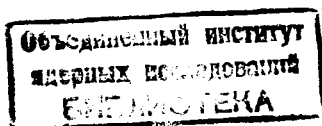
Л.С.Вертоградов, Г.Вехтер, Я.В.Гришкевич,
З.В.Крумштейн, Д.Позе, В.М.Суворов,
К.Трючлер, Н.Н.Хованский

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА
ГАЗООБЕСПЕЧЕНИЯ УСТАНОВКИ РИСК

1976

Л.С.Вертоградов, Г.Вехтер, Я.В.Гришкевич,
З.В.Крумштейн, Д.Позе, В.М.Суворов,
К.Трючлер, Н.Н.Хованский

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА
ГАЗООБЕСПЕЧЕНИЯ УСТАНОВКИ РИСК**



Рабочим газом стримерных камер является, как правило, He - Ne - смесь высокой чистоты / $\sim 10^{-3}\%$ / по воздуху с малой / $\sim 10^{-6}\%$ / примесью элегаза (SF_6), используемого для регулирования времени памяти. Требуемый уровень чистоты газа может быть обеспечен путем непрерывного продува камеры заранее приготовленной чистой смесью /1,2/ или с помощью циркуляционного способа очистки газовой смеси /3,4/.

Ниже описывается система газообеспечения, предназначенная для работы в установке РИСК /5/. В системе автоматизированы следующие операции: 1/ контроль и поддержание заданной величины перепада давления Δp между газом в стримерной камере и атмосферой / $10 \leq \Delta p \leq 30$ кгс/м² /; 2/ прекращение циркуляции газа с отсечением объема камеры в случае прерывания подачи компонентов рабочей смеси или нарушения температурного режима адсорберов и при повышении давления на входе адсорберов выше установленного уровня; 3/ соединение камеры с атмосферой, если перепад становится большим аварийной величины; 4/ измерение температуры и абсолютного давления рабочего газа в камере; 5/ контроль температурных режимов адсорберов и их автоматическое переключение при повышении давления на входе работающего адсорбера выше заданного уровня.

Обработка элементов и испытания системы проводились в опытах по измерению первичной ионизации на метровой стримерной камере, имеющей рабочий объем $\sim 0,5$ м³. Камера наполнялась гелием и смесью He + Ne нескольких составов. Максимальное содержание неона в смеси составляло $\sim 26\%$. Система газообеспечения использовалась в режимах замещения воздуха в камере, приготовления и циркуляционной очистки рабочей смеси.

**Работа системы газообеспечения.
Основные элементы системы.**

Принципиальная схема системы газообеспечения показана на рис. 1. Выходящий из камеры газ проходит ионизационную камеру /ИК/, компрессор ФАК-07, масляный фильтр /МФ/ и поступает в блок адсорберов. Адсорберы подключаются к газовой магистрали порознь через электромагнитные клапаны 3,5 и 4,6.

Выходящий из блока адсорберов чистый газ проходит дозатор D_2 , в котором к газу добавляется примесь SF_6 , и поступает в стримерную камеру. Компоненты рабочей смеси (He , Ne) подаются во входную магистраль стримерной камеры с помощью клапанов 9,10.

В процессе замещения воздуха и приготовления рабочей смеси падение давления в камере из-за поглощения воздуха в адсорбере компенсируется подачей гелия /клапан 10/ или неона /клапан 9/ таким образом, что перепад Δp остается в заданных границах. Управляемый клапан 1 предназначен для аварийного сброса в атмосферу избыточного давления в камере в случае ухода перепада Δp за установленную верхнюю границу. Клапаны 1-10 и циркуляционный насос управляются с помощью блока управления /БУ/. Абсолютное давление и температура газа в камере измеряются манометром абсолютного давления МАС-Э1 и датчиком температуры ТДЖЭ и регистрируются через устройство связи /6/ в ЭВМ ТРА-1001 наряду с другими параметрами. При работе со стримерной камерой РИСК эти датчики будут включены в систему стабилизации абсолютного давления и температуры. Параметры, необходимые для автоматического контроля и управления системой газообеспечения / Δp , p_1 - давление на входе в блок адсорберов, T_1 - температуры адсорберов/, измеряются с помощью дифференциального тягонапоромера ТНС-Э2, дифференциального манометра МС-Э1 и медь-константановых термопар ТП-1 и ТП-2.

В системе используется два угольных адсорбера емкостью по 9 л каждый. Конструкция адсорбера приведена на рис. 2. Объем между двумя коаксиальными мед-

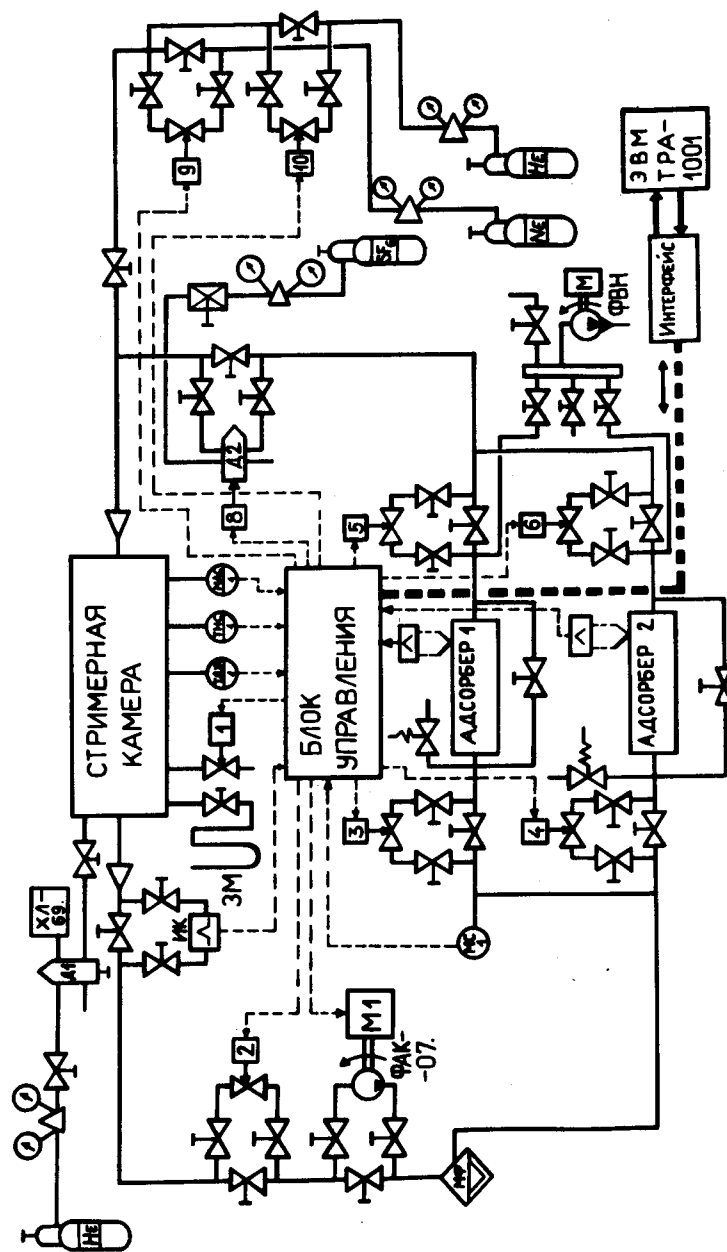
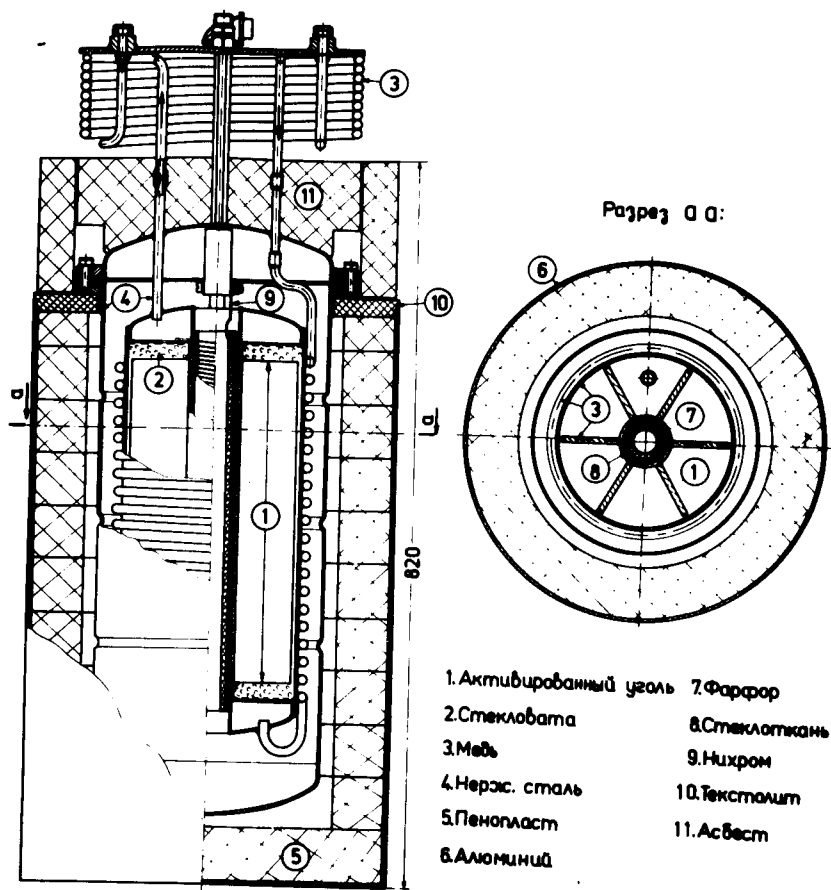


Рис. 1. Принципиальная схема системы газообеспечения.



- | | |
|-------------------------|----------------|
| 1. Активированный уголь | 7. Фарфор |
| 2. Стекловата | 8. Стеклоткань |
| 3. Медь | 9. Нихром |
| 4. Нерж. сталь | 10. Текстолифт |
| 5. Пенопласт | 11. Асбест |
| 6. Алюминий | |

Рис. 2. Конструкция угольного адсорбера.

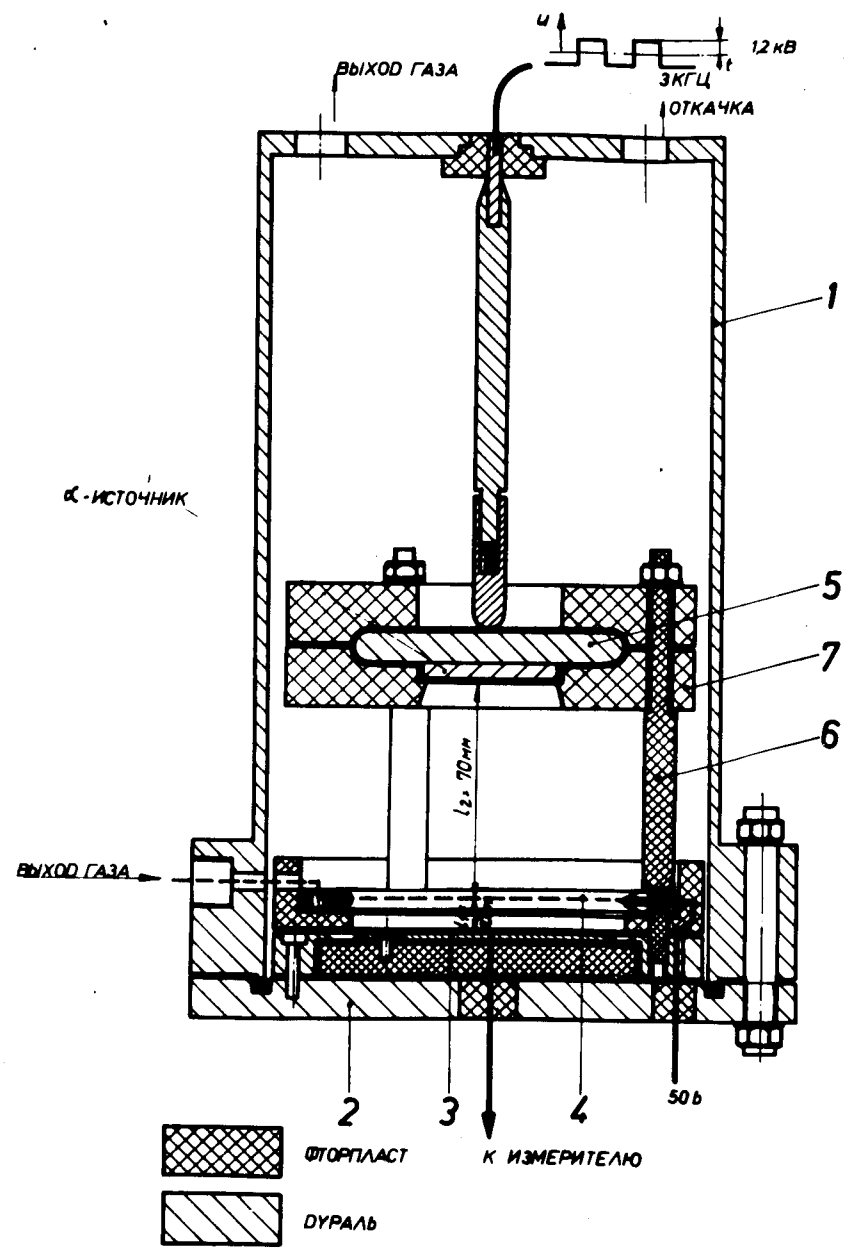


Рис. 3. Конструкция ионизационной камеры.

ными цилиндрами разделен ребрами радиатора на несколько секторов, заполненных активированным углем АГ-3. На входе и выходе адсорбера установлены фильтры из стекловаты. Во внутреннем цилиндре расположен электронагреватель мощностью 2 кВт. Емкость с активированным углем размещена внутри стального кожуха, окруженного теплоизоляцией. В рабочем режиме адсорбер охлаждается жидким азотом. Регенерация адсорберов производится при непрерывной откачке форвакуумным насосом /ФВН/ в течение 2 ч при температуре 200°С. Время нагревания и время охлаждения адсорбера одинаковы и составляют ~1,5 ч. Адсорбер подключен к газовой магистрали через два теплообменника. Внешний теплообменник служит для выравнивания температуры входящего и выходящего газа, а внутренний - для охлаждения газа, поступающего в рабочий объем адсорбера. При замещении воздуха в камере работоспособность работающего адсорбера контролируется хроматографированием выходящего из адсорбера газа, и при необходимости работающий адсорбер заменяется другим. Работая с одним адсорбером, можно за сорок минут уменьшить концентрацию воздуха в камере на два порядка. Подключение второго адсорбера позволяет уменьшить количество воздуха в камере до уровня 10⁻³%. Весь цикл замещения и тонкой очистки занимает ~2 ч.

Для циркуляции газа используется компрессор ФАК-07, производительностью ~3 м³/ч при давлении на входе ~1 атм.

Контроль состава газа в режимах замещения и циркуляционной очистки производится при помощи хроматографа типа ХЛ-69 с колонкой длиной 1,5 м, наполненной цеолитом Линде 5А с фракцией 0,16 ÷ 0,25 мм. В качестве газа-носителя используется He. Хроматограф позволяет определять состав He-He смеси /путем измерения концентрации He /, а также наличие компонентов воздуха в рабочей газе. Чувствительность хроматографа по азоту составляет ~10⁻³ объемных %. Абсолютная калибровка прибора проводилась с помощью эталонной пробы, состав которой известен. Время анализа при определении концентрации He составляет ~1 мин, а при определении содержания воздуха - 5 мин.

Стримерная камера с чистым рабочим газом имеет большое /~100 мкс/ время памяти. Это затрудняет работу камеры в условиях больших загрузок. Уменьшение времени памяти достигается добавкой к рабочей смеси элегаза SF₆ до уровня 10⁻⁵-10⁻⁶ объемных %. Использование элегаза удобно, поскольку его примесь в указанных количествах не влияет на яркость стримеров /7/. Заранее приготовленная в соотношении 10⁴:1 смесь рабочего газа с элегазом через редуктор подается на вход электромагнитного клапана 8, управляемого генератором тактовых импульсов. Количество подаваемого в камеру элегаза определяется давлением на входе клапана 8 и частотой импульсов от генератора. Контроль за содержанием примеси элегаза производится по показаниям предварительно откалиброванной ионизационной камеры /ИК/ /8/.

Конструкция ИК показана на рис. 4. Камера состоит из металлического кожуха, в котором размещены анод, сетка и катод с α -источником /²³⁹Pu, 1,5·10⁻³ кюри/. Расстояние сетка-катод - 70 мм, расстояние от анода до сетки - 10 мм. Вылетающие из источника α -частицы подтормаживаются фильтром, так что остаточный пробег α -частиц в рабочей смеси не превосходит расстояния от катода до сетки. Сетка камеры находится под постоянным напряжением - 50 В. На катод подается переменное напряжение с амплитудой 1400 В и частотой 3 кГц от генератора прямоугольных импульсов. В этих условиях время памяти стримерной камеры находится в однозначном соответствии с током ионизационной камеры. Ионизационная камера использовалась в качестве чувствительного индикатора чистоты рабочей смеси на заключительной стадии режима замещения воздуха, когда примесь воздуха мала. Ток в камере изменялся в пределах от 10⁻⁸ до 10⁻¹¹ А в зависимости от содержания примеси SF₆ или чистоты смеси по воздуху.

Блок управления

Контроль готовности системы газообеспечения к работе, стабилизация ее параметров и осуществление раз-

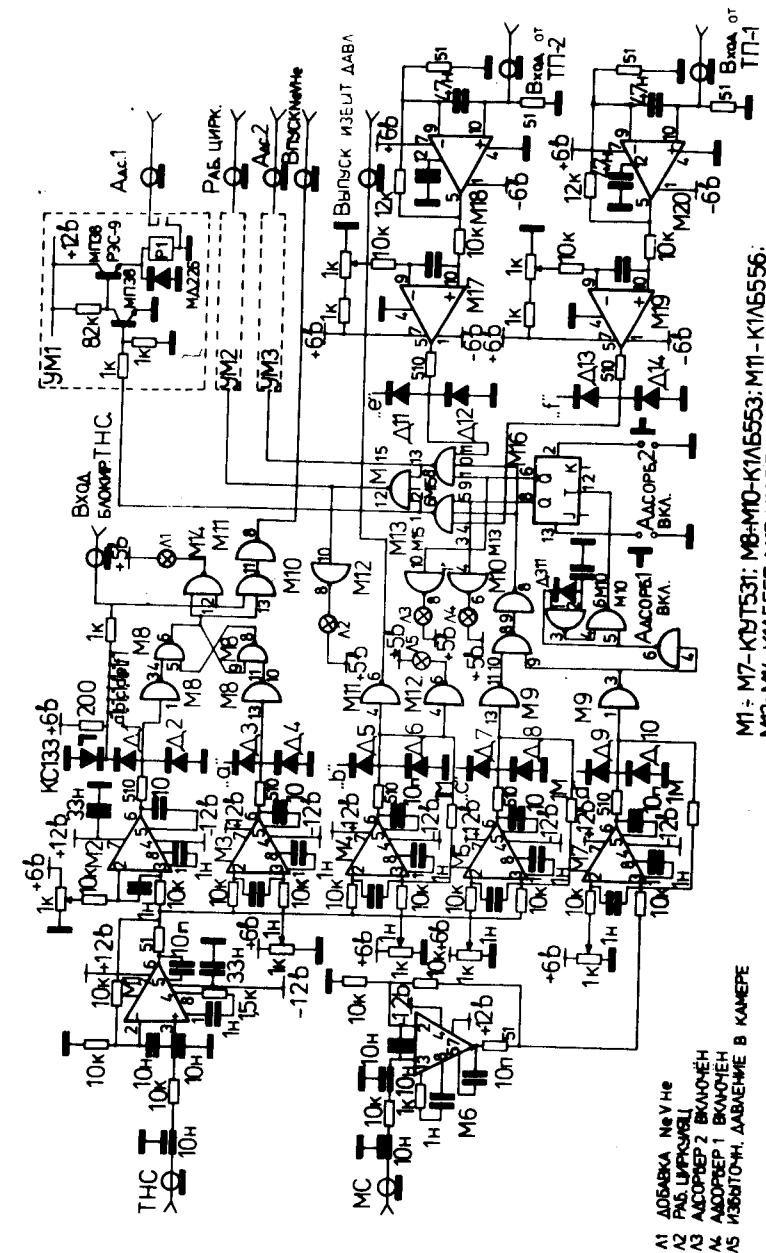


Рис. 4. Схема контроля рабочих параметров камеры и адсорберов.

личных режимов работы производится с помощью блока управления /БУ/. Блок управления состоит из 3-х узлов: 1/ схемы контроля рабочих параметров стримерной камеры и адсорберов /КРП/; 2/ схемы дозирования компонент рабочей смеси /ДК/; 3/ схемы управления циркуляцией рабочей смеси /УЦ/, показанных на рис. 5 7, соответственно. Сигналы с датчиков давления подаются на входы "ТНС" и "МС" операционных усилителей M1 и M6 и далее на компараторы M2 ÷ M5 и M7.

Рабочий диапазон перепада давления в стримерной камере $\Delta p = /10 \div 30/ \text{ кгс/м}^2$ относительно наружного давления устанавливается заданием опорных уровней напряжения на компараторах M2 и M3. В свою очередь, с помощью компараторов M4 и M5 задаются предельно допустимые /по механической прочности камеры/ значения перепада $\Delta p_n = \pm 50 \text{ кгс/м}^2$. При переходе давления в камере за верхнюю границу рабочего диапазона $\Delta p_v = 30 \text{ кгс/м}^2$ запрещается подача газа в камеру. Уход давления за верхнее предельно допустимое значение $\Delta p_{вп.} = 50 \text{ кгс/м}^2$ устраняется сбросом избытка газа в атмосферу с помощью клапана 1.

Управляющий уровень, вызывающий срабатывание клапана 1, подается через инвертор M11/6 схемы КРП. Как только перепад Δp_n достигает нижней рабочей границы $/10 \text{ кгс/м}^2/$, сброс газа прекращается и включается подача рабочего газа. В случае, если подача рабочего газа не компенсирует ухода давления /например, при его расхождении/ и перепад достигает нижнего допустимого значения $/-50 \text{ кгс/м}^2/$, циркуляция газа прекращается, а блок адсорберов отсекается от камеры. При восстановлении давления до нижней границы рабочего диапазона циркуляция автоматически возобновляется. Уровень, задаваемый на компараторе M7, определяет верхнее граничное значение давления p_1 на входе в блок адсорберов, превышение которого вызывает либо переход на второй адсорбер /при его готовности/, либо автоматическое прекращение циркуляции газа с отсечением блока адсорберов от газовой магистрали.

Готовность адсорберов к работе определяется по температурам T_1 и T_2 , измеряемым термопарами ТП-1

и ТП-2. Выбор адсорбера перед началом работы системы газообеспечения осуществляется автономно. Верхнее граничное значение температуры в адсорберах $T_i = -150^\circ\text{C}$ устанавливается заданием уровней на компараторах М17 и М19. Переключение адсорберов производится автоматически по сигналу, подаваемому на вход М16-Т через М10/6 с выхода компаратора М7.

Рабочему состоянию системы газообеспечения соответствует наличие на входах схемы М15 блока КРП разрешающих уровней, означающих выполнение условий: $\Delta p > -50 \text{ кгс/м}^2$ и $T_i < T_{\max}$, $P_i < P_{\max}$ ($i=1,2$). Нарушение любого из этих условий блокирует включение системы циркуляции газа.

Управление работой циркуляционного насоса и электромагнитных клапанов 2÷6 производится сигналами, подаваемыми с выходов М15/6, М15/8, М15/12 через усилители мощности УМ1-2М3 и реле Р1÷Р3 схемы КРП на входы 1,2,3 схемы УЦ /рис. 7/. При наличии управляющих уровней напряжения на входах 1,2,3 /рис. 7/ срабатывают реле Р4 и Р5 или Р6 и, в зависимости от положения переключателя ТВ1 /"Авт" или "Ручн"/, автоматически включается циркуляционный насос, клапаны К2, К3, К5 /или К4, К6/ или производится ручное включение и отключение циркуляции кнопками "ПУСК" и "СТОП".

Триггер на элементах М8/6 и М8/8 управляет работой схемы дозирования по входу "впуск NeVHe". При этом управляющие уровни напряжения с выходов инверторов М7/8 и М8/8 через усилители мощности УМ1 и УМ2 подаются непосредственно на электромагнитные клапаны 9 и 10. Компонента смеси, подаваемая в систему, выставляется вручную кнопками на лицевой панели схемы или автоматически по входам 1 и 2. В этом случае сигналы на входы 1 и 2 подаются от блока автоматического контроля состава газовой смеси в камере /на рисунке не указан/. Система газообеспечения имеет на пульте управления световую индикацию о работе электромагнитных клапанов, циркуляционного насоса и указывающую сорт подаваемой в камеру компоненты рабочего газа.

В заключение следует отметить, что более чем за годичный период работы система газообеспечения показала высокую надежность и простоту в эксплуатации.

Авторы благодарят В.И.Петрухина, В.Н.Белушкина, Б.А.Муравьева за постоянный интерес и помощь в процессе создания системы газообеспечения.

Литература

1. K.Eggert, W.Gurich and E.Smetan. *Int. Conf. on Instr. for High Energy Physics, Frascati (Italy)*, 1973.
2. В.М.Белякин, С.М.Бимтибаев и др. *Препринт ОИЯИ*, 13-7878, Дубна, 1974.
3. F.Bulos, A.Odian, F.Villa and D.Yount. *Streamer Chamber Development. SCAL-74*, 1967.
4. A.Grigorian et al. *The UCLA-LBL Streamer Chamber Facility. ANL-8055*, 1972.
5. G.Bohm et al. *Five Meter Magnetic Spectrometer Based on Streamer Chamber. ANL-8055*, 1972.
6. Ю.П.Мереков, Д.Позе, Г.Хемниц, Н.Н.Хованский. *Сообщение ОИЯИ*, 10-9127, Дубна, 1975.
7. Н.Ф.Анисимова и др. *ПТЭ*, 2, 70 /1971/.
8. V.Eckardt and H.-I.Gebauer. *A Simple Method for Measurement and Regulation of the Memory Time in Streamer Chambers. DESY 72/1*, 1972.

Рукопись поступила в издательский отдел
17 июня 1976 года.