

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

13 - 5049

СЗ.45 е.2
Б-959



Ю.А. Бычков, В.Я. Волков, Ю.И. Романов

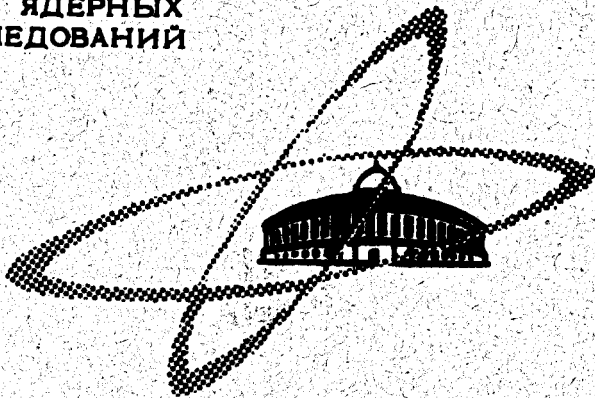
АВТОМАТИЧЕСКИЙ РЕГУЛЯТОР ДАВЛЕНИЯ
ВОДОРОДА

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

1970

**ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Дубна



13 - 5049

Ю.А. Бычков, В.Я. Волков, Ю.И. Романов

**АВТОМАТИЧЕСКИЙ РЕГУЛЯТОР ДАВЛЕНИЯ
ВОДОРОДА**

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

1970

13 - 5049

Ю.А. Бычков, В.Я. Волков, Ю.И. Романов

АВТОМАТИЧЕСКИЙ РЕГУЛЯТОР ДАВЛЕНИЯ
ВОДОРОДА

Направлено в ПТЭ

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ
ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ
БИЯНКОТЕРА

8331 / 1 / 1368

I.

Поддержание заданного давления в ограниченном объеме при малом расходе газа — одна из распространенных технических задач, часто встречающихся при разработке устройств и установок для физического эксперимента.

Выпускаемые промышленностью типовые мембранные редукторы рассчитаны на большие расходы газа и вследствие значительного натекания через закрытый клапан обычно не обеспечивают постоянства статического давления газа в системе с очень малым расходом. Кроме того, из-за недостаточной чувствительности мембраны они обеспечивают низкую стабильность давления (порядка 10%), а при малых расходах газа — еще ниже (10–20%), что объясняется возрастанием трения в шарнирных соединениях при статическом режиме. Специальные конструкции мембранных редукторов с тщательно притертыми клапанами и большой площадью мембраны позволяют стабилизировать давление в лучшем случае с точностью 5%, требуют тщательной регулировки, очень чувствительны к чистоте газа и недостаточно надежны.

При создании системы стабилизации напуска водорода в разрядную камеру источника протонов форинжектора на ускорителе на 10 Гэв потребовалось разработать регулятор давления водорода (2–3 атм) с точностью регулировки не ниже 3% при расходе газа 10 л/час (приведенного к нормальному давлению).

Один из возможных путей решения этой задачи заключается в

применении в качестве чувствительного элемента регулятора давления контактного манометра соответствующего класса, а в качестве регулирующего приспособления – электромеханического клапана с дроссельным ограничителем напуска газа.

Ниже описаны принцип работы, конструкция и технические характеристики разработанного регулятора давления и устройства сигнализации, обеспечивающих безопасную эксплуатацию регулятора в рабочих условиях.

II . Устройство и принцип работы

Установка РДВ содержит двухпозиционный (аstaticкий) регулятор и состоит из следующих основных узлов (рис. 1):

- 1) баллона с водородом;
- 2) понижающего редуктора (Р-1);
- 3) электромагнитного клапана (МК);
- 4) электроконтактного манометра (М) типа ВЭ16РБ (0-4) кг/см² (во взрывобезопасном исполнении);
- 5) системы трубопроводов;
- 6) блока управления.

Редуктор (Р1) понижает давление водорода, находящегося в баллоне, до значения 3-6 кг/см², после чего водород поступает в электромагнитный клапан (МК). Клапан является исполнительным элементом и производит напуск водорода в систему при снижении давления в ней до определенного предела. Электромагнитный клапан (МК) состоит из приводного соленоида и собственно клапана, который при обесточенном соленоиде закрыт. Электромагнитный клапан выполнен взрывобезопасным и испытан гидравлически на давление 12 кг/см². Взрывобезопасность электромагнитного клапана обеспечивается тем, что катушка соленоида и контактные провода находятся вне зоны водорода. Все детали, имеющие каналы для прохода водорода, герметично уплотнены

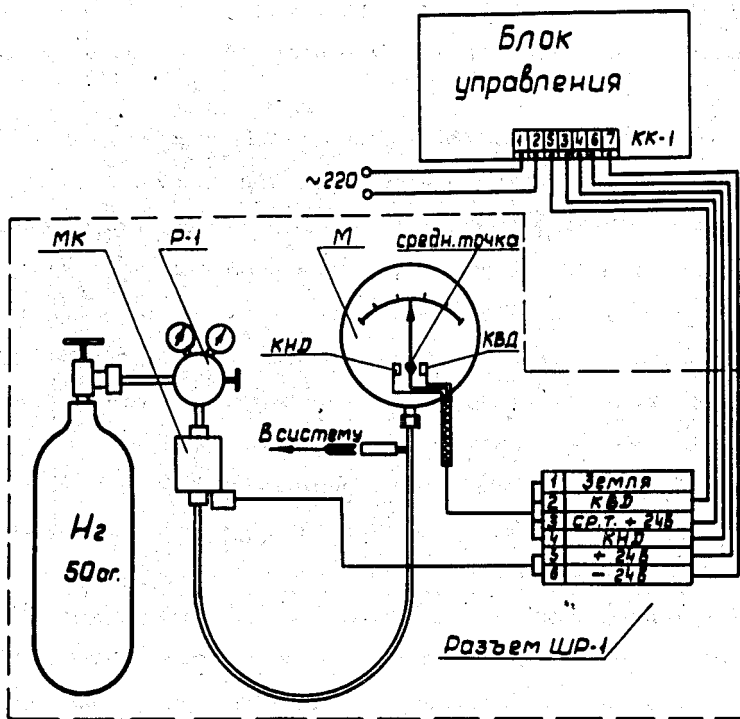


Рис. 1. Общая схема регулятора давления водорода (РДВ).

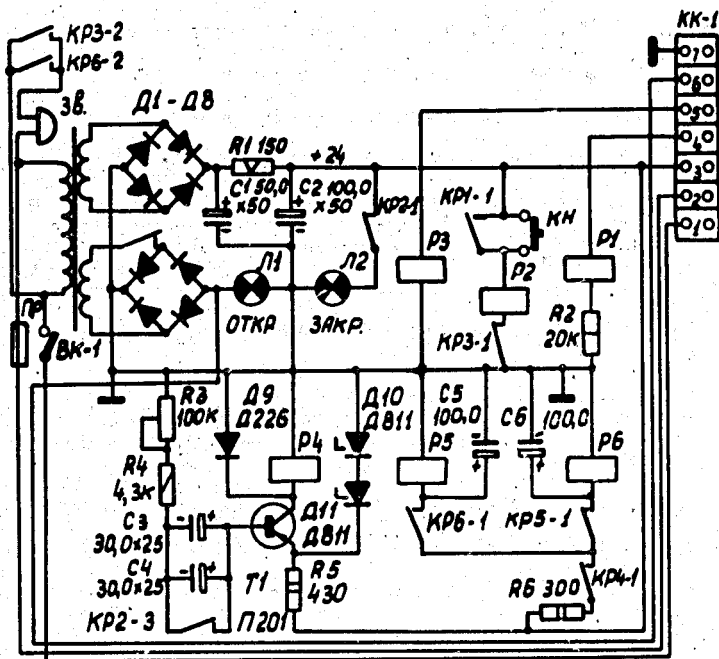
прокладками и при сборке наглухо затягиваются. Для предотвращения резких перепадов давления в системе в момент открытия клапана последний имеет дросселирующий элемент с малым проходным сечением (0,13 мм). Этим же целям служит и бустерный баллон, имеющийся в системе.

Измерительным элементом служит контактный манометр (М), включенный в систему, в которой регулируется давление. Питание обмотки электромагнитного клапана (МК) осуществляется от блока управления, который по существу является релейным усилителем. Регулятор работает следующим образом. При снижении давления в системе замыкается контакт низкого давления - КНД (рис.1) манометра (М) и напряжение +24 в со средней точки контактной системы через КНД, разъем ШР-1, кабельный разъем КК-1 поступает на обмотку поляризованного реле Р-1 и вызывает его срабатывание. Контакт КР1-1 замыкается, срабатывает реле Р2 и своим контактом КР2-2 включает выпрямитель В-2; напряжение +24в через контакты разъема и кабель поступает на обмотку питания электромагнитного клапана, последний открывается. Происходит напуск водорода в систему, контакт КНД при повышении давления размыкается, что приводит в конечном счете к закрыванию клапана.

Таким образом, давление в системе поддерживается равным давлением, определенному порогом срабатывания контактного манометра.

Порог задается перемещением контакта низкого давления. Положение клапана сигнализируется контрольными лампочками Л1 "откр." и Л2 "закр.". Для предотвращения аварийного режима и неправильной работы регулятор снабжен максимальной и минимальной блокировками по давлению в системе и соответствующей звуковой сигнализацией.

Максимально допустимое давление в системе определяется порогом срабатывания контакта высокого давления - КВД. Если по какой-ли-



N	Обознач.	Наименование	Тип	Данные
1	P1	Реле поляризов.	РП-5	РС4.522.018
2	P2	Реле	МКУ-48	РС4.500.197
3	P3	Реле	РСМ-2	Ю.171.81.02
4	P4	Реле	РСМ-3	Ю.171.81.22
5	P5	Реле	РСМ-2	Ю.171.81.02
6	P6	Реле	РСМ-1	Ю.171.81.37
7	Л1-Л2	Лампа сигнальная	ЛН26Ю15	
8	D1-D8	Диоды	D202	

Рис. 2. Схема блока управления РДВ.

бо причине давление превосходит это значение, то замыкание контакта КВД вызывает срабатывание реле РЗ, которое своим контактом КРЗ-1 обесточивает реле Р2 и клапан закрывается. Одновременно замыкается контакт КРЗ-2 и раздаётся продолжительный звонок.

В результате длительной работы водород в баллоне расходуется, и давление в нем падает до значения, при котором дальнейшее поддержание давления в системе будет невозможным. При этом контакт КНД будет длительно замкнут. В блоке управления имеется реле времени, которое при замыкании КНД на время более 10 сек включает пульс-пару (реле Р5, Р6) и контактом КР6-2 - сигнализацию (прерывистые звонки).

Реле времени выполнено на транзисторе Т1-(П201) и работает следующим образом.

В исходном положении реле Р4 запитано через транзистор Т1 и пульс-пара на реле Р5 и Р6 отключена контактом КР4-1. При срабатывании реле Р2 контакт КР2-3 размыкается и начинается заряд конденсаторов большой емкости в базе транзистора Т1. Ток базы падает по экспоненте и в определенный момент времени реле Р4 замыкает свой контакт КР4-1. Напряжение +24в поступает на пульс-пару, которая начинает работать и контактом КР6-2 включает прерывистую сигнализацию - звонок (ЗВ). В блоке управления предусмотрена возможность принудительного напуска водорода путем нажатия кнопки - КН.

Длительная эксплуатация регулятора давления (в течение 4-х лет) на линейном ускорителе синхрофазотрона Лаборатории высоких энергий ОИЯИ показала высокую надежность устройства. За этот период времени система проработала свыше 15 тыс. часов, причем ни разу не возникало необходимости в электрической регулировке схемы.

III . Техническая характеристика

- 1) Диапазон регулируемых давлений - (2-3) ат;
- 2) погрешность стабилизации давления $+0,05 \text{ кг/см}^2$ (при необходимости погрешность может быть уменьшена наполовину установкой предела срабатывания КНД ниже рабочего давления);
- 3) первичное давление в баллонах - 3-50 кг/см^2 ;
- 4) вторичное давление после редуктора - на 3 кг/см^2 выше рабочего давления в системе;
- 5) напряжение питания обмотки электромагнитного клапана - (24-30) в;
- 6) рабочий ток соленоида при напряжении 24в - 0,6а;
- 7) напряжение питания блока управления - 220в, 50 гц;
- 8) потребляемая мощность - не более 30 вт;
- 9) исполнение регулятора - взрывобезопасное;
- 10) расход водорода в системе - не более $10^4 \text{ см}^3/\text{час}$.

Рукопись поступила в издательский отдел

16 апреля 1970 года.