

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

КАФЕДРА ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**для выполнения лабораторных работ
по дисциплине «Газоснабжение»**

для студентов специальности

*7-07-0732-02 «Инженерные сети, оборудование зданий
и сооружений», профилизация «Теплогазоснабжение,
вентиляция и охрана воздушного бассейна» для всех
форм обучения, слушателей ИПКиП специальности
1-70 04 71 «Теплогазоснабжение, вентиляция
и охрана воздушного бассейна»*

УДК 697.911 (075.8)

Настоящие методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Газоснабжение» составлены в соответствии с программой курса «Газоснабжение» для студентов специальности 7-07-0732-02 «Инженерные сети, оборудование зданий и сооружений», профилизация «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна».

В работе изложены требования по объему работ и последовательности их выполнения.

Составители: С. Р. Сальникова, старший преподаватель,
Ю. В. Каперейко, ассистент

Рецензент: Ю. Н. Новик, главный эксперт отдела экспертизы инженерного обеспечения управления экспертизы проектно-сметной документации дочернего республиканского унитарного предприятия «Госстройэкспертиза по Брестской области»

ОГЛАВЛЕНИЕ

Лабораторная работа №1	4
Лабораторная работа №2	25
Лабораторная работа №3	29
Лабораторная работа №4	37
Лабораторная работа №5	47
Лабораторная работа №6	54
Лабораторная работа №7	59
Лабораторная работа №8	64

Лабораторная работа №1

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ И ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ГАЗА В СИСТЕМАХ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

Цель работы: ознакомиться с устройством и действием контрольно-измерительных приборов, применяемых в системах газоснабжения.

1. Основные термины и определения

Для контроля над работой оборудования и измерения параметров газа применяют следующие контрольно-измерительные приборы: термометры сопротивления для замера температуры газа; показывающие и регистрирующие (самопишущие) манометры для замера давления газа; приборы для регистрации перепада давлений; приборы учета расхода газа (газовые счетчики и расходомеры); приборы для контроля загазованности.

1.1. Приборы для измерения давления газа.

Давлением называется величина, измеряемая отношением силы, действующей на поверхность к площади этой поверхности.

Различают следующие виды давлений:

- Атмосферное (барометрическое), $P_{\text{б}}$;
- Избыточное $P_{\text{и}}$;
- Абсолютное $P_{\text{а}}$;
- Вакуумметрическое $P_{\text{в}}$.

$$P_{\text{а}} = P_{\text{б}} + P_{\text{и}}$$

$$P_{\text{в}} = P_{\text{б}} - P_{\text{а}}$$

(1)

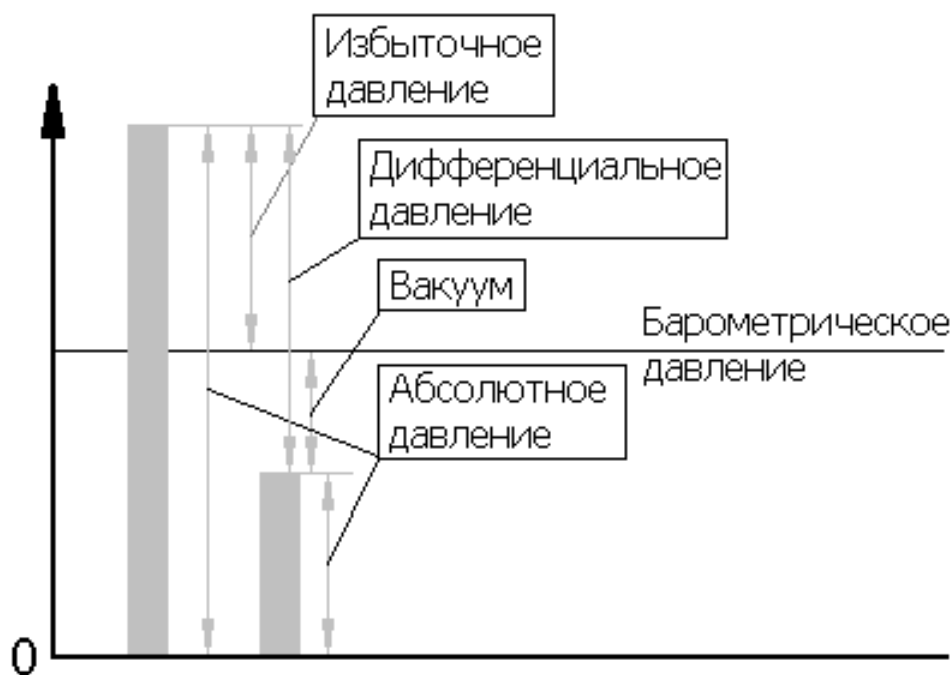


Рис. 1.1. Распределение давлений.

В системе СИ за единицу давления принят Паскаль: $\text{Па} = \text{Н}/\text{м}^2$

Внесистемные единицы: мм рт. ст.; мм вод. ст.

1. Техническая атмосфера, $1 \text{ кгС}/\text{см}^2 = 735,6 \text{ мм рт. ст.};$

2. Физическая атмосфера, $1 \text{ атм.} = 760 \text{ мм рт. ст.};$

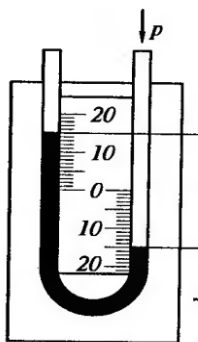
3. Барометрическая атмосфера, $1 \text{ бар} = 750 \text{ мм рт. ст.}$

Приборы для измерения давления подразделяются на:

а) По назначению: манометры; вакуумметры; мановакуумметры; напоромеры; тягомеры; тягонапоромеры; барометры; дифференциальные манометры (диффманометры).

б) По принципу действия: жидкостные; деформационные; грузопоршневые; электрические.

Приборы для измерения давления делятся на группы: **жидкостные**, в которых измеряемое давление определяется величиной уравнивающего столба жидкости; **пружинные** (деформационные), в которых измеряемое давление определяется величиной деформации упругих элементов (пружины, сильфоны, мембраны и др.), появляющейся под действием давления; **электрические преобразователи**, для непрерывного преобразования давления в пропорциональный электрический токовый сигнал дистанционной передачи.



1.1.1. Жидкостные манометры используются для замера избыточных давлений в пределах до 0,1 МПа. Манометры для измерения давления до 10 кПа заполняются водой или керосином, а для измерения более высоких давлений – ртутью.

Рис.1.2. Манометр двухтрубный типа МВ.

Простейшим прибором для измерения давления или разности давлений является **двухтрубный манометр типа МВ** (Рис. 1.2), представляющий собой согнутую стеклянную трубку, заполненную рабочей жидкостью и прикрепленную к панели со шкалой.

Один конец трубки соединен с атмосферой, другой подключается к измеряемой среде. Значение давления определяется из выражения:

$$P = h \rho g, \quad (2)$$

где P – измеряемое давление, Па;

h – разность уровней жидкости, м; ρ – плотность жидкости, $\text{кг}/\text{м}^3$;

g – ускорение силы тяжести, м/с.

Пределы измерения, кПа: 0 – 1,0; 0 – 2,5; 0 – 6,0. Цена деления шкалы – 10,0 Па. Погрешность показаний – $\pm 20,0$ Па.

К жидкостным манометрам относятся и дифференциальные манометры (диффманометры), которые применяют для замеров перепада давления.

В газовом хозяйстве применяют **диффманометр типа ТДЖ** (Рис. 1.3). Прибор предназначен для измерения избыточного отрицательного давления (разрежения), для измерения разности давлений неагрессивных газов. Рабочей

жидкостью является дистиллированная вода. Количество трубок: 1 – 6. Предел измерений: 1,6 – 6,3 кПа. Погрешность прибора $\pm 1,5\%$.

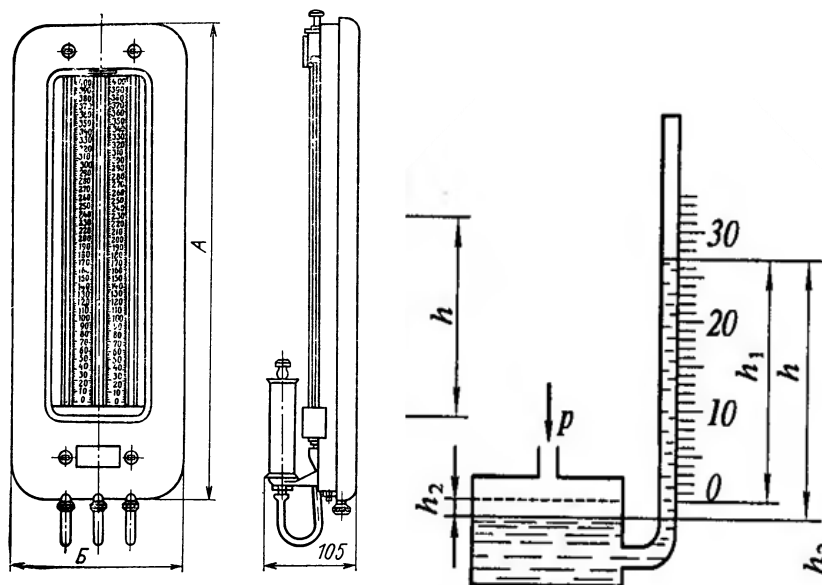


Рис. 1.3. Тягонапоромер дифференциальный жидкостный ТДЖ.

Более удобным средством измерения разрежения является **однотрубный (чашечный) манометр типа ТНЖ-Н** (Рис. 1.4), в котором одна из трубок заменена сосудом.

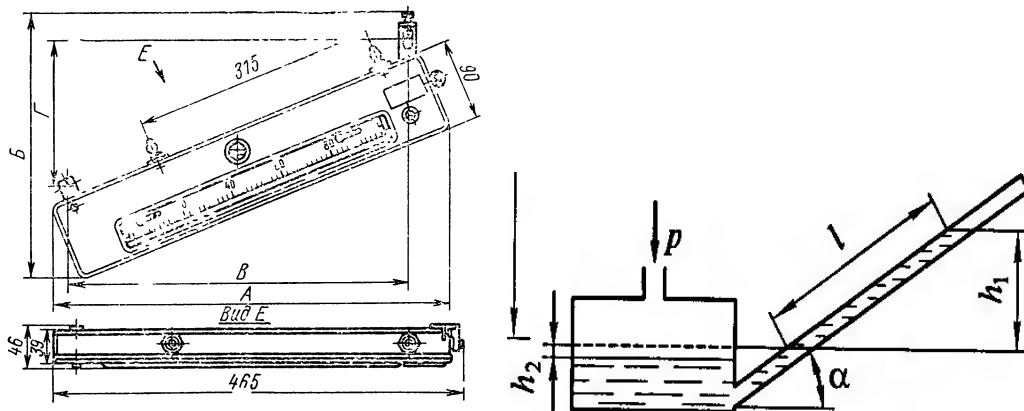


Рис. 1.4. Тягонапоромер жидкостный ТНЖ-Н.

В этом манометре стеклянная трубка расположена под углом α к горизонту. При этом точность измерения увеличивается в несколько раз. Учитывая, что $h_1 = l \cdot \sin \alpha$ и пренебрегая малостью величины f/F , измеряемое давление можно определить из выражения:

$$P = l \cdot \rho \cdot g \cdot \sin \alpha \quad (3)$$

где d, D – диаметры трубки и широкого сосуда соответственно, м;

f, F – сечения трубки и широкого сосуда, m^2 . С уменьшением угла наклона трубки уменьшаются пределы измерения манометром, и увеличивается точность измерения.

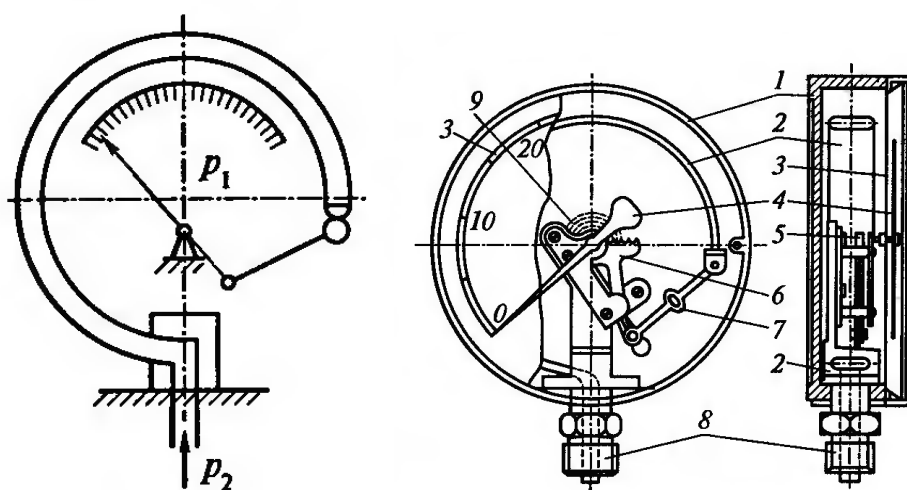
Предел измерения: 250 – 1600 Па. Погрешность прибора $\pm 0,5\%$. Рабочая жидкость – спирт этиловый технический

К преимуществам таких приборов относят: малую погрешность, простоту устройства, дешевизну, быстроту установки и пуска, взрывобезопасность.

Недостатки этих манометров — плохая видимость шкалы и мениска, хрупкость вследствие наличия стеклянных частей, возможность выброса рабочей жидкости при внезапном увеличении давления, невозможность дистанционной передачи и автоматической записи показаний, незначительные пределы измерения.

1.1.2. Пружинные манометры широко применяют для измерения избыточного давления и разрежения. В пружинных приборах сила, создаваемая давлением, уравнивается упругими силами, возникающими при деформации элементов манометров. По ее размеру определяется измеряемое давление (разрежение). Эти приборы обладают ценными свойствами — универсальностью, простотой конструкции и изготовления, большим диапазоном измерения и т. д.

В качестве чувствительного элемента используют изогнутая трубчатая пружина 9 (Рис. 1.5), которая нижним концом прикреплена к штуцеру 8, с помощью которого манометр присоединяют к газопроводу. Второй конец трубки запаян и шарнирно через систему рычагов соединен со стрелкой 4, которая на шкале 3 показывает значение измеряемого давления. Перед манометром устанавливают отключающее устройство, позволяющее перекрыть трубку и снять или заменить манометр.



1 – корпус; 2 – полая трубка; 3 – шкала; 4 – стрелка; 5 – шестерня;
6 – зубчатый сектор; 7 – поводок; 8 – штуцер; 9 – пружина.

Рис. 1.5. Устройство пружинного манометра

Манометры рассмотренного типа выпускаются для верхних пределов измерения 60 – 160 кПа.

1.1.3. Термоманометры типа ТМТБ-3. Термоманометр — комбинированный прибор, предназначенный для измерения температуры и избыточного давления неагрессивных к медным сплавам сред в системах теплоснабжения и водоснабжения.

Для визуального контроля основных параметров теплоносителя (температуры и давления) как правило, применяют манометр и термометр. Попытка объединить

эти два прибора привела к созданию комбинированного прибора, получившего название «термоманометр».

Термоманометр ТМТБ (рис.1.6) объединяет в одном корпусе манометр и термометр, имеет две шкалы — давления и температуры. Прибор комплектуется клапаном, позволяющим демонтировать термоманометр без разгерметизации системы.

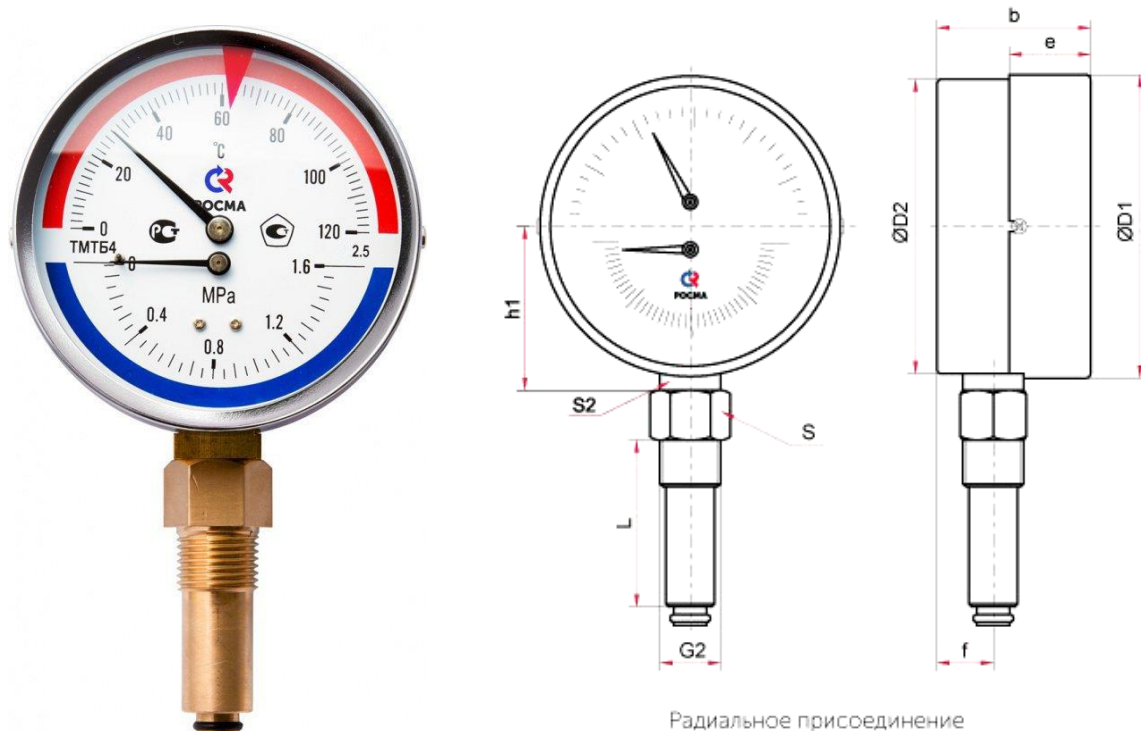


Рис. 1.6. Термоманометр ТМТБ-3

Область применения: системы отопления, водоснабжение, бойлеры, паровые котлы и т. д.

Конструктивно термоманометр ТМТБ объединяет биметаллический термометр и деформационный манометр. Термоманометры имеют циферблат с двумя шкалами и две указательные стрелки. Одна шкала служит для отсчёта давления, другая - температуры. ТМТБ-3, ТМТБ-4 бывают двух типоразмеров: диаметром корпуса 80 и 100 мм. По расположению штуцера термоманометры могут быть осевыми и радиальными. Длина погружной части также может варьироваться по заказу потребителя. Все термоманометры комплектуются защитным клапаном.

Защитный клапан - это запорное устройство, которое служит с одной стороны для удобства монтажа термоманометра, с другой - выполняет роль крана, что позволяет демонтировать термоманометр без слива системы (или без остановки технологического процесса). Рабочее давление клапана 2,5 МПа, максимальное - 5 МПа.

1.1.4. Пружинные самопишущие манометры. Для измерения и регистрации избыточных давлений широко применяются **самопишущие манометры типа МТС 712** (Рис. 1.7) с приводом от часового механизма.

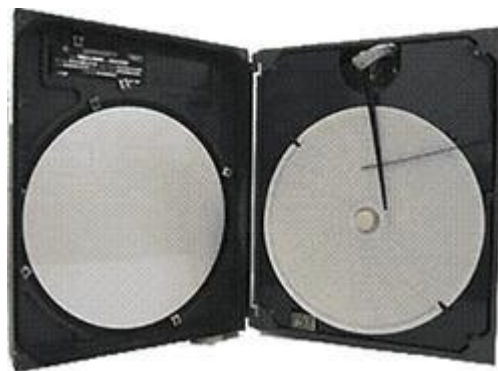
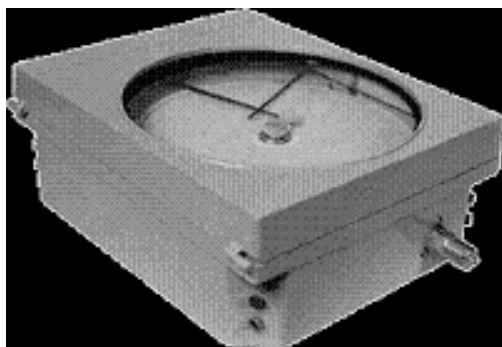
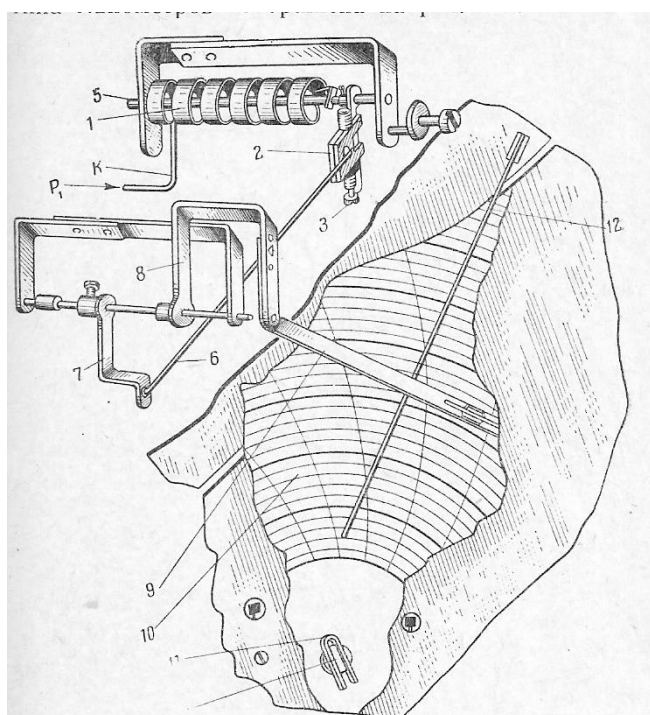


Рис. 1.7. Манометр самопишущий типа МТС 712.

Манометры МТС 712 предназначены для измерения и непрерывной записи во времени на дисковой диаграмме избыточного и вакуумметрического давления, выпускаются с часовым приводом диска диаграммного.



Чувствительным элементом (рис.1.8) является винтовая трубчатая пружина 1. Измеряемое давление P_1 , подводимое к чувствительному элементу по медному капилляру К, перемещает его свободный конец, заставляя раскручиваться, и тем самым поворачивает ось с закрепленным на ней регулировочным устройством 2. Таким образом, давление через тягу 6 передается на рычаг 7 и мостик 8 стрелки 9. При помощи пера, закрепленного на стрелке, на диаграмме 10 прочерчивается кривая давлений. Для вращения диаграммы применяется часовой механизм. 1 оборот диаграммы = 24 часа.

Рис. 1.8. Принципиальная схема самопишущего манометра

1.1.5. Электроконтактные манометры ЭКМ. Для контроля давления в системах трубопроводов, а также для управления активными компонентами таких систем (насосами, клапанами и т. д.) применяются электроконтактные манометры (рис.1.9). Они чаще всего выступают в качестве альтернативы для реле давления: при необходимости ЭКМ включает либо отключает насос или клапан.

Манометры, применяемые при монтаже трубопроводных систем, могут иметь самую разную компоновку. Выделяют такие группы (рис.1.10):

- Одноконтактные – срабатывающие на замыкание (исполнение I по ГОСТ 2405-88) либо на размыкание (исполнение II). Приборы данного исполнения используются крайне редко.
- Двухконтактные – настроенные на пары значений (III, IV, V и VI типы).

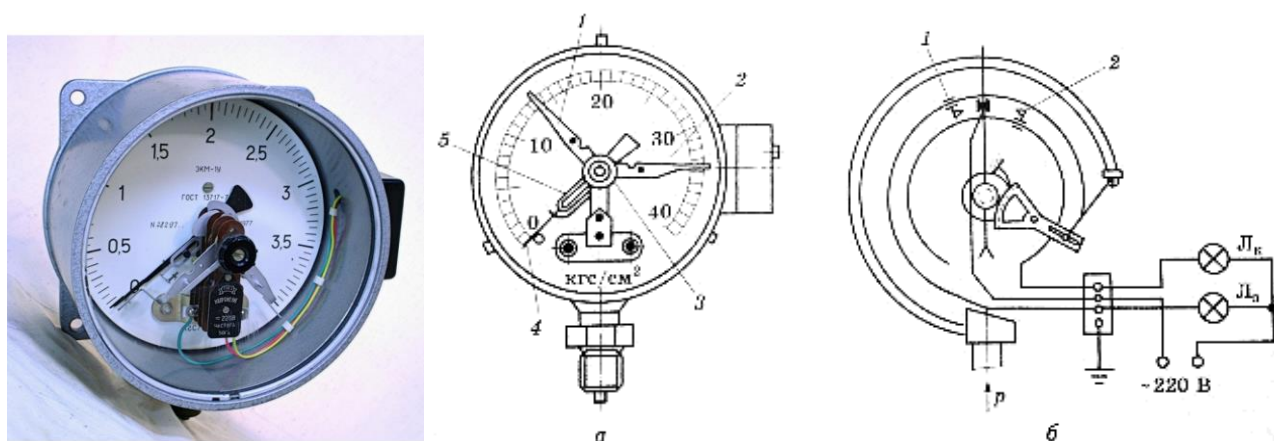


Рис. 1.9. Электроконтактный манометр ЭКМ.

Принцип работы ЭКМ достаточно прост:

- В качестве подвижного контакта в системе используется стрелка манометра.
- Когда будет достигнут определенный уровень давления (значение можно установить в зависимости от стоящей перед устройством задачи), стрелка смещается.
- При этом возможно как замыкание, так и размыкание цепи, что вызывает, соответственно, включение или отключение активного компонента системы.

В соответствии с ГОСТ 2405-88 в манометрах ЭКМ, сигнализирующее устройство имеет четыре варианта исполнения (рис.1.10):

- III – два размыкающих контакта.
- IV – два замыкающих контакта.
- V – один контакт размыкающий (минимальное значение, синяя маркировка), один контакт замыкающий (максимальное значение, красная маркировка).
- VI – конфигурация, обратная предыдущей (замыкание на минимуме, размыкание на максимуме).

V тип исполнения считается стандартным, поскольку именно такой принцип функционирования манометров используется в большинстве схем.

Рассмотрим пример на основе работы насоса - до первой уставки насос будет накачивать давление в систему, между уставками оба контакта будут разомкнуты и система будет работать в обычном режиме, при достижении второй уставки замкнутый контакт подаст сигнал на откачку давления.

К плюсам манометров, оснащенных электроконтактным механизмом, специалисты относят следующие качества: удобную компоновку, объединяющую электроконтактный манометр и коммутационный блок в едином корпусе; возможность настройки чувствительности по давлению; наглядную визуализацию настроек.

Среди недостатков обычно упоминают низкие токи коммутации (из-за этого возникает необходимость подключать мощные насосы и клапаны через дополнительные реле). Несмотря на эти минусы, простота и точность работы манометров обуславливает стабильную востребованность таких изделий.

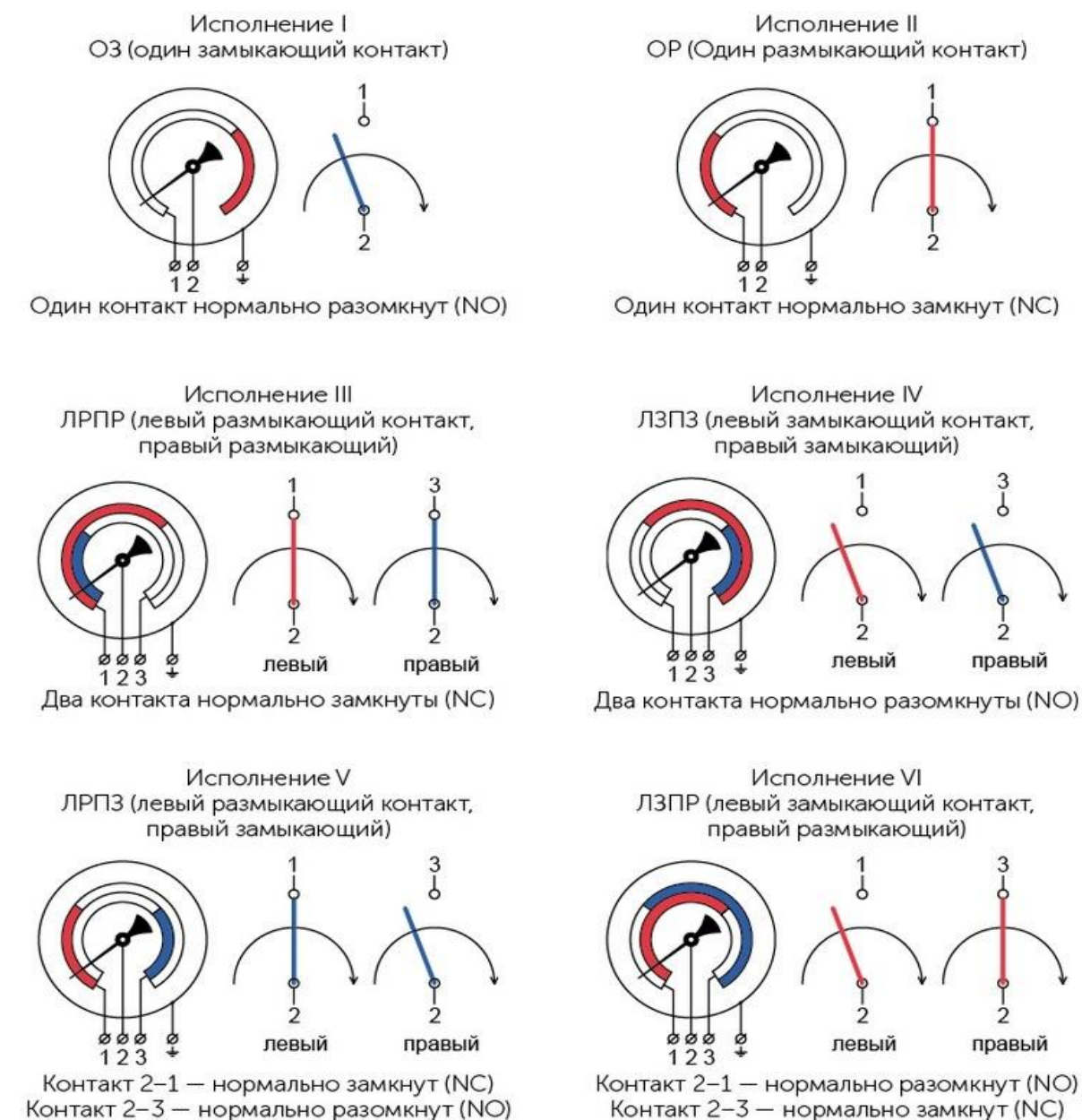


Рис. 1.10. Электрическое исполнение ЭКМ.

1.1.6. Дифференциальные манометры служат для измерения разности давлений. **ДМ 3583 – дифференциальный манометр** (диффманометр) (рис.1.11) позволяет преобразовывать разницу давлений в выходной унифицированный сигнал взаимной индуктивности. Дифференциальное устройство ДМ 3583 незаменимо в автоматизации управления технологическими процессами.

Преобразователи предназначены для измерения неагрессивных газов и жидкостей при температуре окружающего воздуха от – 30 градусов до + 50 градусов и относительной влажности до 95 %.

Чувствительным элементом ДМ-3583 является мембранный блок, который состоит из мембранных коробок 4 и 7. Каждая мембранная коробка состоит из двух или четырех мембран, образуя две рабочие камеры диффманометра (нижняя – плюс; верхняя – минус). Внутренние полости мембранных коробок диффманометров наполняются этиленгликолем и сообщаются между собой.

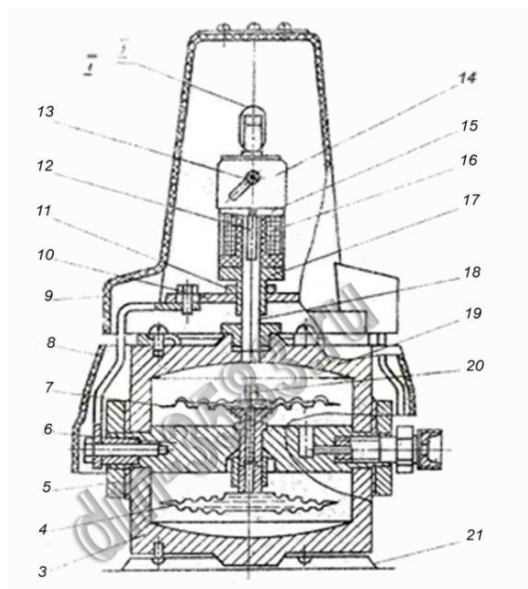


Рис. 1.11. Дифференциальный манометр ДМ – 3583.

В нижнюю камеру диффманометра подведен канал с давлением P_1 , а в верхнюю – подведен канал с давлением P_2 . Давление $P_1 > P_2$, в результате в камерах диффманометра возникает разность давлений (перепад). Разность давлений преобразуется в унифицированный выходной сигнал линейной зависимости постоянного тока. На диффманометре ДМ-3583М установлен вторичный прибор – дифференциальный трансформатор, на цифровом электронном табло которого показывается значение разности давлений.

1.1.7. Преобразователь давления. Датчики давления "САПФИР-22" (Рис.1.12) предназначены для непрерывного преобразования избыточного давления (ДИ), разрежения (ДВ), абсолютного (ДА), разности давлений (ДД) в унифицированный токовый выходной сигнал.

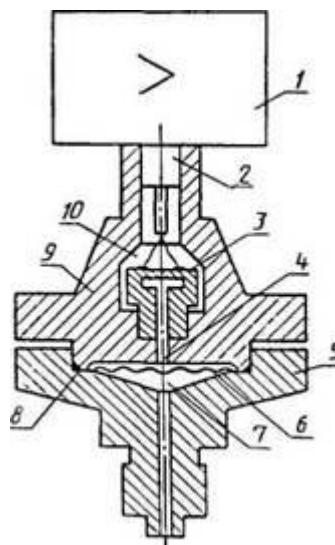


Рис. 1.12. Преобразователь давления «Сапфир – 22»

Преобразователи давления предназначены для работы в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами

в различных отраслях промышленности, в том числе для применения во взрывоопасных производствах нефтяной и газовой промышленности, на объектах атомной энергетики (ОАЭ).

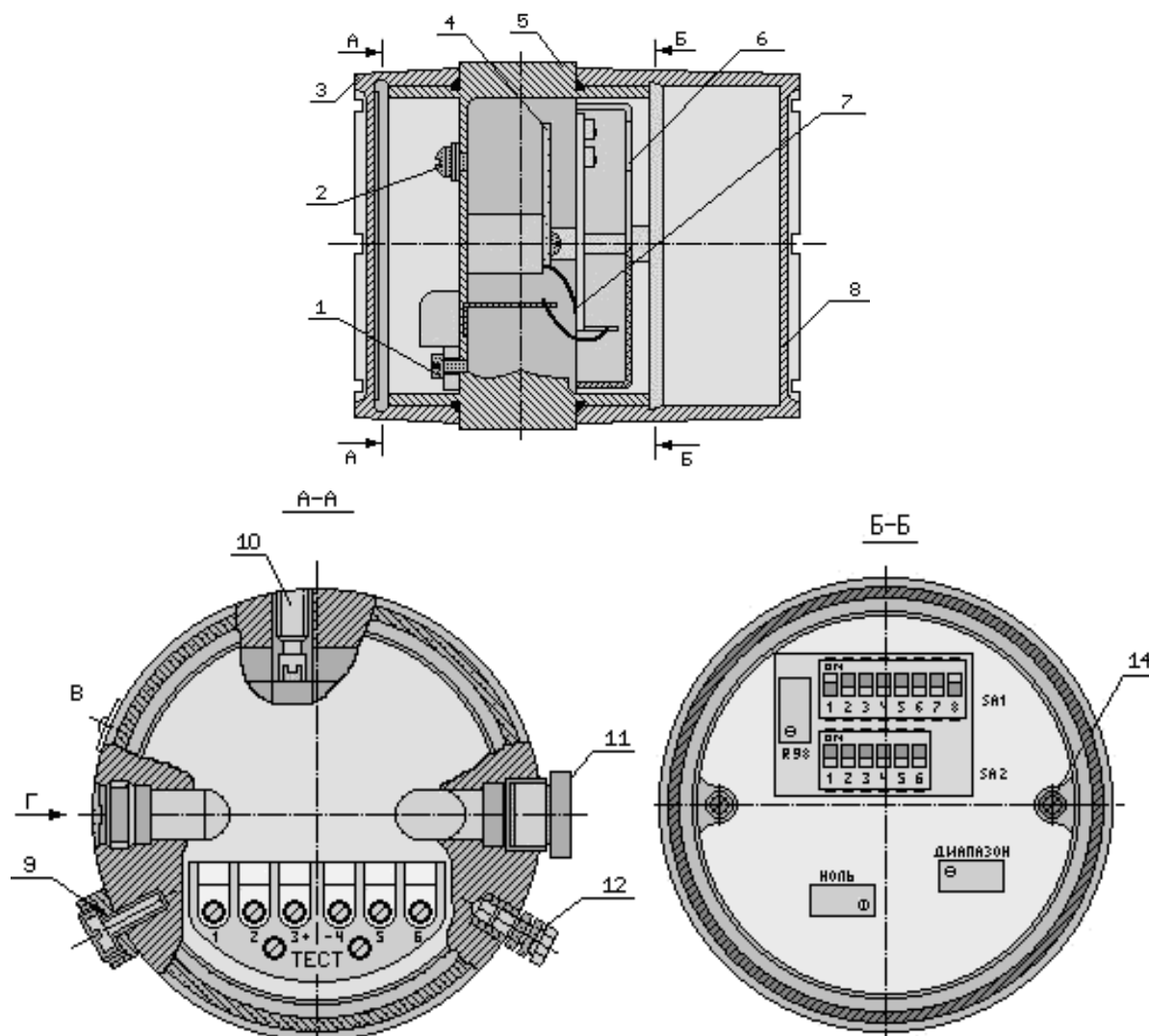


Рис. 1.13. Устройство преобразователя давления «Сапфир – 22»

Преобразователь давления (рис. 1.13) состоит из измерительного (А – А) блока и электронного (Б – Б) блока. Все преобразователи имеют унифицированный электронный блок и отличаются лишь конструкцией измерительного блока. Принцип действия (рис. 1.13) преобразователей основан на воздействии измеряемого давления (разности давления) на мембраны измерительного блока 6, что вызывает деформацию упругого чувствительного элемента и изменение сопротивления тензорезисторов тензопреобразователя 3. Это изменение преобразуется в электрический сигнал, который передается от тензопреобразователя из измерительного блока в электронный преобразователь 1, и далее в виде стандартного токового унифицированного сигнала. Чувствительным элементом тензопреобразователя является пластина из монокристаллического сапфира с кремниевыми пленочными тензорезисторами, прочно соединенная с металлической мембраной тензопреобразователя.

1.2. Приборы для измерения температуры.

Температурой называют степень нагретости вещества, характеризующаяся кинетической энергией движения молекул. В нашей стране допущены к применению две температурные шкалы:

- международная практическая температурная шкала (шкала Цельсия);
- термодинамическая температурная шкала (шкала Кельвина), $T\text{ К} = t^{\circ}\text{C} + 273,16$.

В зависимости от используемых физических свойств веществ приборы для измерения температуры подразделяются на следующие группы:

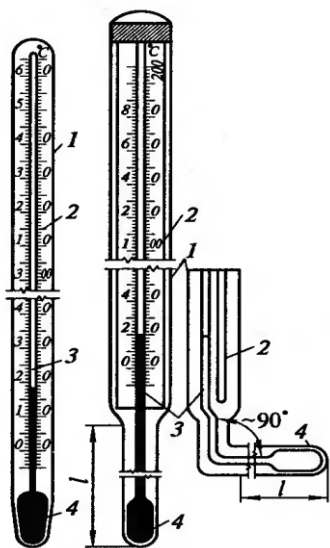
- термометры расширения;
- манометрические термометры;
- термообразователи сопротивления;
- термоэлектрические преобразователи;
- пирометры излучения.

От температуры зависят линейные размеры, объем и давление среды в замкнутом пространстве, твердость, вязкость и ряд других физических свойств вещества. Производительность газовых потребителей во многом зависит от соблюдения теплового режима.

1.2.1. Жидкостные стеклянные термометры расширения (рис. 1.14) широко применяются для измерения температур от -200 до $+500^{\circ}\text{C}$. Они просты в обращении, имеют достаточно высокую точность измерения, при снятии показаний не требуют дополнительной аппаратуры и посторонних источников питания.

В жидкостных стеклянных термометрах в качестве рабочего вещества обычно применяют ртуть, толуол, этиловый спирт, петролейный эфир, пентан. Чем тоньше капилляр термометра, тем более чувствительный прибор.

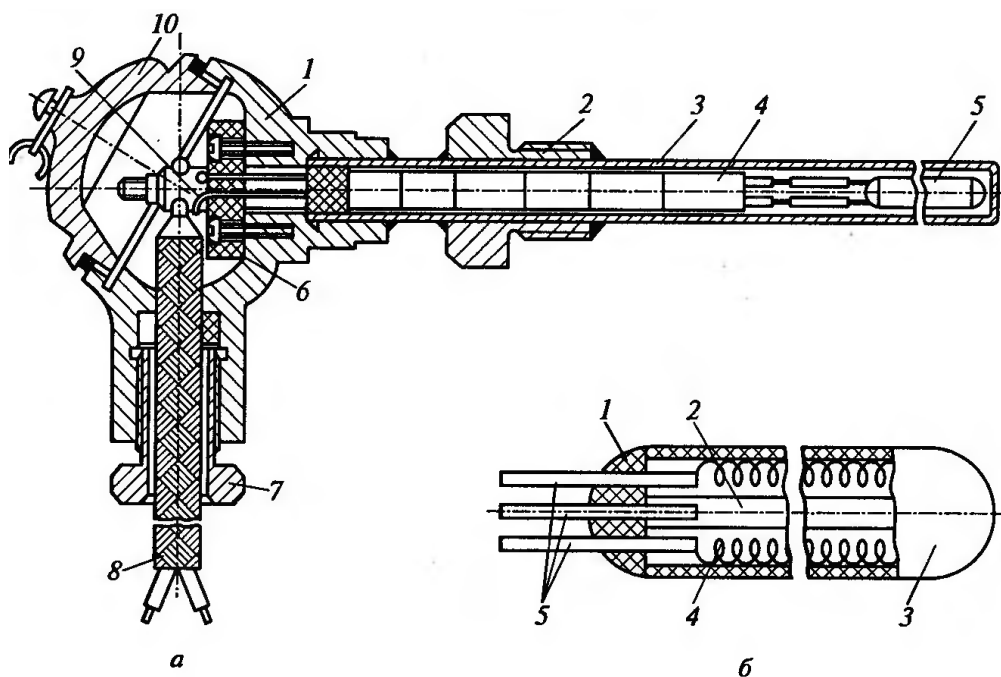
1.2.2. Электрические термометры сопротивления (рис.1.15) применяются для измерения температуры от -200 до $+650^{\circ}\text{C}$. Термометры сопротивления выпускаются медными, типа ТСМ ($-50 \dots +180^{\circ}\text{C}$) и платиновыми типа ТСП ($-200 \dots +650^{\circ}\text{C}$).



Термометр сопротивления состоит из чувствительного элемента в виде термопары 5, защитного чехла 3 и соединительной головки 1.

Их принцип действия основан на свойстве металлов изменять сопротивление с изменением температуры. Материалы, из которых изготавливаются термометры сопротивления, должны иметь большое удельное сопротивление; постоянную зависимость сопротивления металла от температуры; постоянство химических и физических свойств металла при изменении температуры.

Рис. 1.14. Жидкостные стеклянные термометры



а – конструкция термометра (1 – корпус головки; 2 – штуцер; 3 – защитный кожух; 4 – фарфоровые бусы; 5 – чувствительный элемент; 6 – клемная колодка; 7 – сальниковый ввод; 8 – монтажный кабель; 9 – провода; 10 – крышка); б – конструкция чувствительного элемента (1 – глазурь; 2 – пространство; 3 – каркас; 4 – платиновые спирали; 5 – выводы).

Рис. 1.15. Термометр сопротивления

В качестве материалов для изготовления используются чистые металлы – платина, медь, никель и полупроводники. Платина является основным материалом для изготовления термометров сопротивления. В качестве чувствительного элемента в полупроводниковых термометрах сопротивления используют германий, оксиды меди и марганца, титана и магния. Преимущества термометров сопротивления: высокая точность измерения; возможность установки измерительного прибора на значительном расстоянии и автоматической записи температуры.

В качестве вторичных приборов, работающих с термопреобразователями сопротивления, применяются милливольтметры и логометры.

1.2.3. Термометры манометрические. Предназначены для измерения температуры газов, паров, жидкостей и выдачи пневматических сигналов для автоматического регулирования заданной величины температуры. Действие манометрических термометров основано на зависимости давления жидкости, газа или пара с жидкостью в замкнутом объеме (термосистеме) от температуры. Указанные термометры являются промышленными показывающими и самопишущими приборами, предназначенными для измерения температуры в диапазоне до 600 °С. В зависимости от заключенного в термосистеме рабочего вещества манометрические термометры разделяются на газовые, жидкостные и конденсационные.

В основу принципа действия манометрического термометра положена зависимость между температурой и давлением термометрического (рабочего) вещества, лишенного возможности свободно расширяться при нагревании.

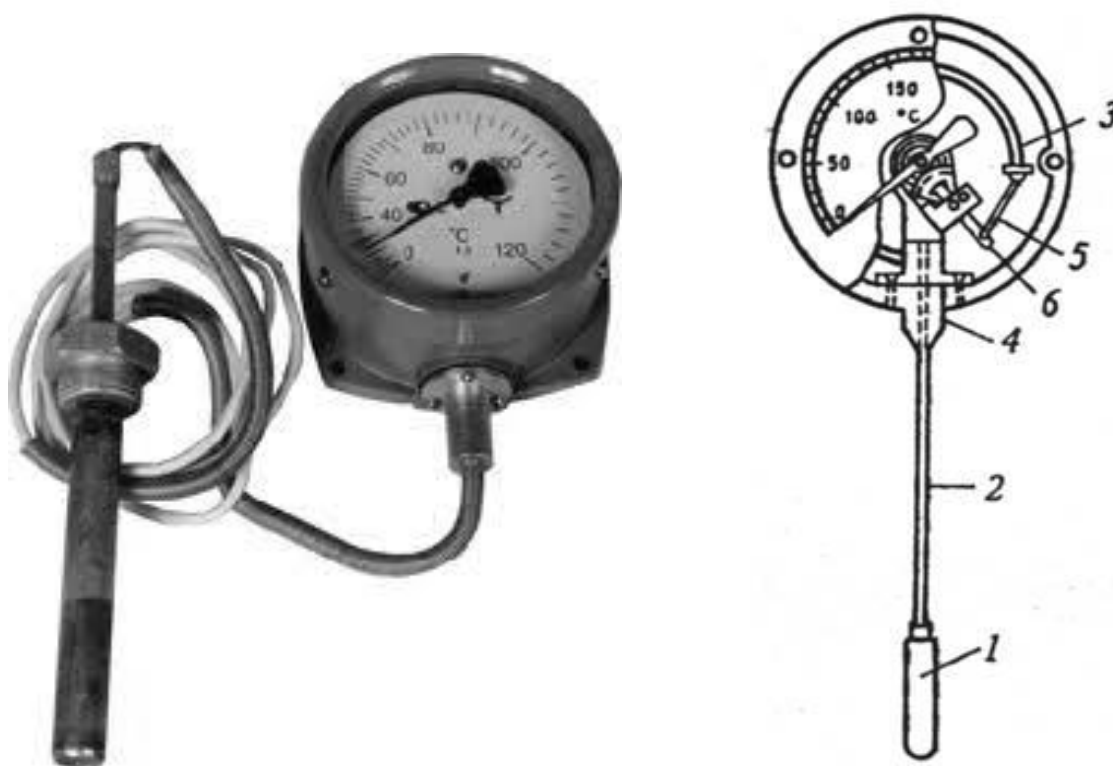


Рис.1.16. Схема показывающего манометрического термометра

Манометрические термометры (Рис.1.16) обычно включают в себя термобаллон 1, капиллярную трубку 2 и трубчатую пружину 3 с поводком 5, зубчатым сектором и стрелкой. Вся система заполняется рабочим веществом. При нагревании термобаллона, установленного в зоне измеряемой температуры, давление рабочего вещества внутри замкнутой системы увеличивается. Увеличение давления воспринимается манометрической пружиной, которая воздействует через передаточный механизм на стрелку прибора.

Соединительный капилляр изготавливается из медной или стальной трубки с внутренним диаметром до 0,5 и толщиной стенки до 2,5 мм. Снаружи он защищен металлической оплеткой. Длина капилляра может достигать 40 м. В качестве упругого элемента в термометрах применяются одно- и многовитковая трубчатые пружины, изготовленные из медного сплава.

1.2.4. Термометры дилатометрические датчики-реле. ТУДЭ-М1 — устройства терморегулирующие дилатометрические электрические. Диапазон регулирования $-60...+500^{\circ}\text{C}$. Изготавливается с размыкающими — «Р» или замыкающими — «З» контактами. ТУДЭ-М1 состоит из следующих основных узлов:

- дилатометрического элемента;
- контактного устройства;
- узла настройки задания.

Простейший принцип измерения температуры использует удлинение металлического стержня. Термометры этого типа, несмотря на ряд достоинств (простота устройства, высокая чувствительность) для измерения температуры используются сравнительно редко. Они находят применение главным образом в качестве первичных измерительных преобразователей в системах автоматического регулирования температуры.

На рис.1.17 представлена схема устройства дилатометрического термометра. Он состоит из металлической трубы (чувствительного элемента) 1, внутри которой находится стержень 2. Труба имеет коэффициент линейного расширения больше, чем стержень. Верхний конец трубы закреплен в штуцере 3. В головке 4 находится электроконтактное устройство, состоящее из рычага 5, сочлененного со стержнем и контактами (на схеме показан один контакт), нормально замкнутой контактной группы.

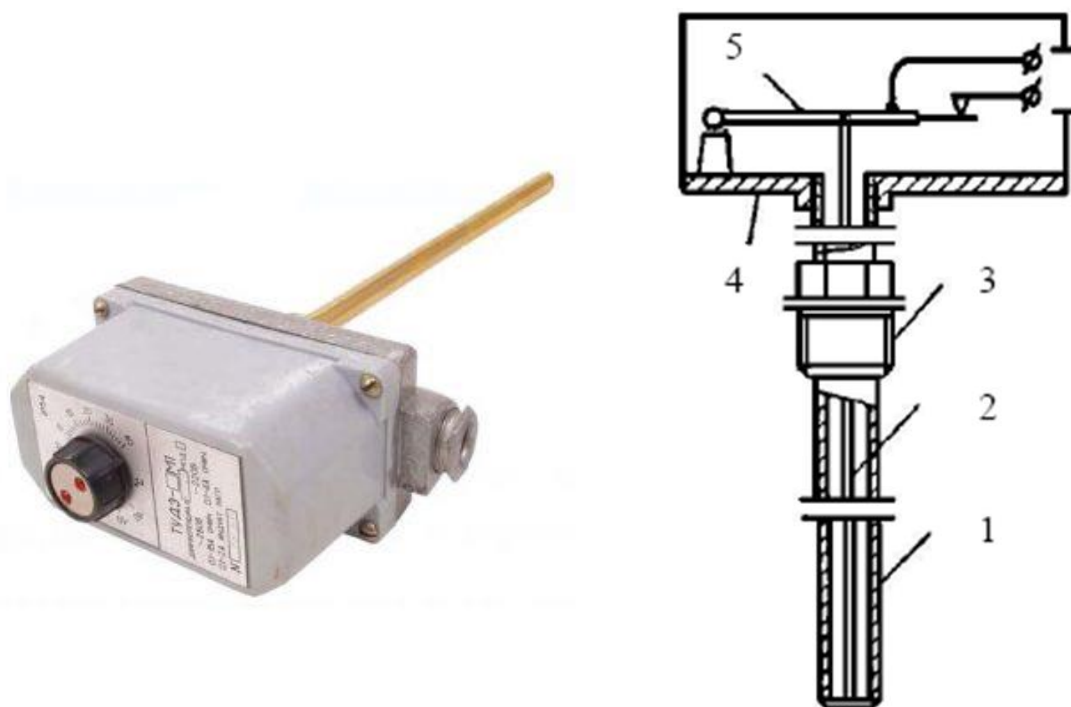


Рис.1.17. Схема терморегулирующего устройства дилатометрического электрического ТУДЭ.

Нижняя часть термометра полностью погружается в среду, температура которой измеряется. При повышении температуры среды труба удлиняется больше, чем стержень, вследствие чего стержень перемещается вниз. При перемещении стержня одновременно приводится в движение рычаг, который при заданной температуре размыкает контакты, а вместе с тем и электрическую цепь регулирующего устройства. Для получения необходимой чувствительности дилатометрического термометра трубу обычно изготавливают из материала с большим коэффициентом линейного расширения (например, латуни или стали), а стержень из материала, коэффициент линейного расширения которого близок к нулю, например из инвара. Диапазон измерений составляет примерно 0–1000°C.

1.3. Приборы для определения расхода и количества газа.

Под расходом понимается объем или масса вещества, проходящего через трубопровод в единицу времени. Единицы измерения расхода:

- Объемные: м³/ч, л/ч, л/мин.
- Массовые: кг/ч, т/ч.

Количество – расход вещества за определенный промежуток времени (за час, сутки, месяц, год). Единицы измерения количества:

- Объемные: м^3 , л.
- Массовые: кг, т.

Приборы для измерения называются **расходомерами**, а для измерения количества – **счетчиками количества**.

По принципу действия расходомеры делятся на: переменного перепада давления; постоянного перепада давления; электромагнитные (индукционные); ультразвуковые; радиоактивные и др.

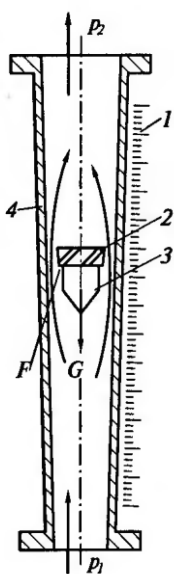
Счетчики количества подразделяются на: скоростные; объемные.

Измерение расхода выполняют методом переменного перепада давления либо методом постоянного перепада давления.

При реализации метода постоянного перепада давления скорость оцениваемого потока газа постоянна. Перепад давления возникает при прохождении газа через суженное сечение. Постоянный перепад давления, возникающий в месте сужения, создается подвижным чувствительным элементом, изменяющим свое положение в потоке, и определяется главным образом массой этого элемента.

1.3.1. Расходомеры постоянного перепада давления. В качестве расходомеров постоянного перепада с поплавком применяются **ротаметры** (Рис.1.18), которыми можно изменять расход вещества от нуля до максимального значения, что является преимуществом по сравнению с дифференциальными манометрами.

Ротаметр является самым распространенным прибором постоянного давления. Он состоит из длинной вертикально расположенной конусной трубки 4, внутри которой свободно плавает поплавок 3, изготавливаемый в зависимости от пределов измерения из стали, фторопласта, дюралюминия и т.п. Центрирование положения поплавка внутри потока достигается применением специаль-



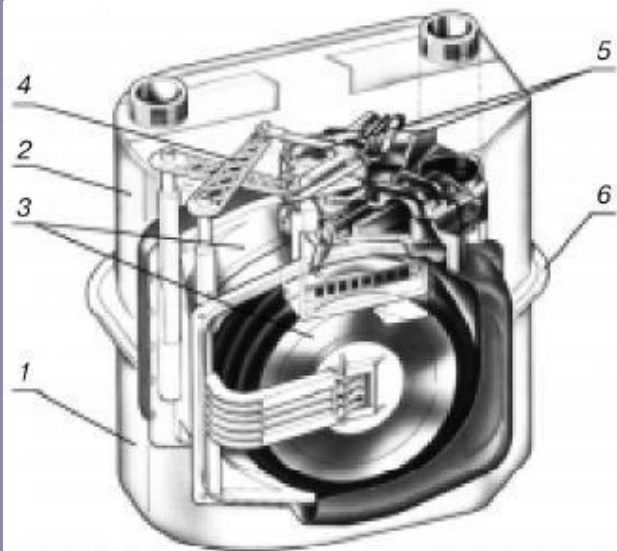
ной винтовой насечки 2 на ободке поплавка. Положение поплавка внутри трубки связано с расходом и может быть определено непосредственно по шкале 1. Пределы измерения до $40 \text{ м}^3/\text{ч}$.

1 – шкала; 2 – винтовая насечка;
3 – поплавок; 4 – ротаметрическая трубка.

Рис.1.18. Ротаметр типа РМ

1.3.2. Бытовые мембранные счетчики газа (Г1,6; Г2,5; КГ4) предназначены для измерения количества природного газа по ГОСТ 5542-87 или паров сжиженного углеводородного газа по ГОСТ 20448-90, а так же других неагрессивных газов, применяемых в бытовых и производственных целях, прошедшего через них потребителю.

Счетчик (Рис.1.19) состоит из неразборного герметичного корпуса, две половины которого соединены между собой металлической обечайкой, измерительного механизма, смонтированного внутри корпуса, счетного механизма.



1 — корпус; 2 — крышка; 3 — измерительный механизм;
4 — кривошипно-рычажный механизм; 5 — верхние клапаны
газораспределительного устройства; 6 — стяжная полоса

Рис. 1.19. Диафрагменный счетчик

Газ, проходящий через счетчик, заполняет поочередно по две камеры и придает возвратно-поступательные движения мембранам, которые посредством рычажной передачи приводят во вращение кулачковый механизм.

Кулачковый механизм обеспечивает золотниковое распределение газа по четырем камерам и через привод передает вращение на цифровой счетчик пропорционально прохождению газа.

1.3.3. Счетчики газа ВЕГА-G 1,6, G 2,5. Счетчики газа ультразвуковые ВЕГА типоразмеров G 1,6 и G 2,5 (Рис.1.20) предназначены для измерения израсходованного количества природного газа или паров сжиженного углеводородного газа, а также других неагрессивных газов, применяемых в бытовых целях. Счетчики газа устанавливаются на газопроводах в помещениях жилых домов, объектов социального и культурно-бытовых назначений.

Принцип работы ультразвуковых расходомеров основан на разнице во времени прохождении звуковой волны по и против потока измеряемого газа.

Полученная разность времени переводится в фактический исход и объем газа прошедшего за единицу времени.

Расположение на трубопроводе — вертикальное. Счетчик регистрирует расход приведенный стандартным условиям ГОСТ 2939 по температуре ($t = 20^{\circ}\text{C}$). Срок службы элемента питания не менее 10 лет. Межпроверочный интервал счетчика 8 лет. Срок службы счетчика 16 лет.



**Рис. 1.20. Счетчик газа ультразвуковой
ВЕГА G 1,6, G 2,5**

1.3.4. Счетчик газа РБГ Т G-1.6 РУСБЕЛГАЗ. Бытовой счетчик газа РБГ Т (типоразмерного ряда G1,6 и G2,5 модификации левый, правый) (Рис.1.21) предназначен для измерения и коммерческого учета израсходованного количества газа по ГОСТ 5542-87 или паров сжиженного углеводородного газа по ГОСТ 20448-90 с помощью сенсорного чипа.

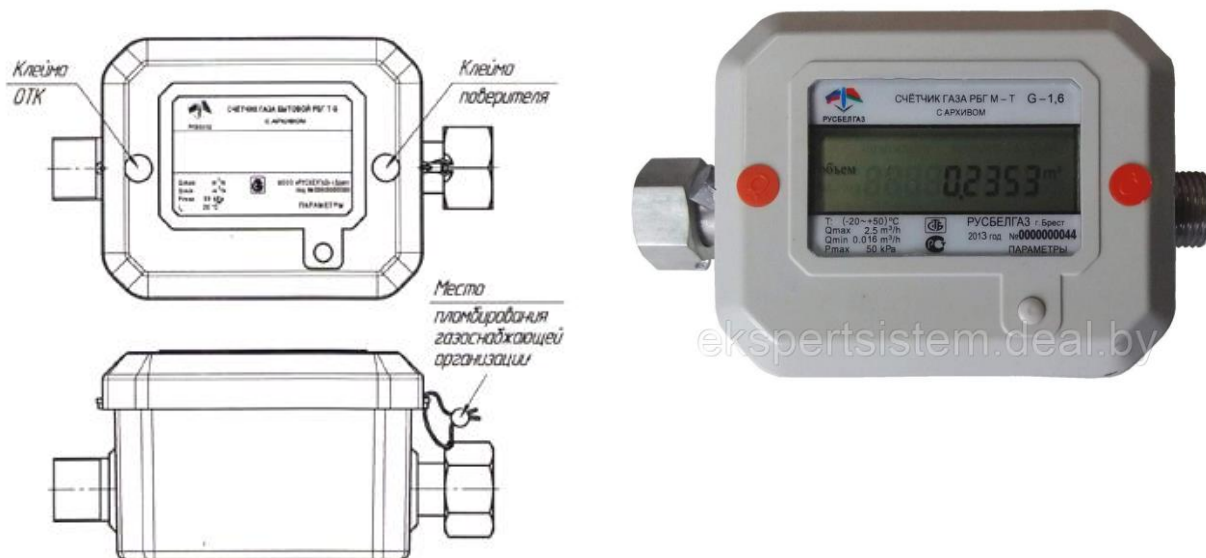


Рис. 1.21. Бытовой счетчик газа РБГ Т

MEMS сенсорный чип качественно считает расход газа с учетом коррекции температуры и компенсацией давления автоматически, т.е. приводит измеренный в рабочих условиях объем газа к стандартным условиям по температуре газа 20 °С.

Вся информация об объеме израсходованного газа отображается на табло счетчика и архивируется (за период 12 месяцев).

Счётчик состоит из блока измерителя расхода, представляющего собой герметичный корпус с датчиком, и электронного блока вычислителя, закреплённого в корпусе.

Принцип действия счетчиков основан на измерении скорости потока газа. Измерения производятся термоанемометрическим или калориметрическим методом. При термоанемометрическом методе термопреобразователь сопротивления нагревается под действием постоянного тока. При наличии потока газа температура перегрева снижается и происходит изменение сопротивления и величины протекающего через него тока пропорционально скорости потока. Для измерения объема на малых расходах используется полумостовая калориметрическая схема, основанная на измерении разности температур термопреобразователей, возникающей из-за сдвига симметричной области тепла над центральным термопреобразователем вследствие обдува.

Переключение между режимами производится автоматически по сигналу, поступающему от микропроцессорного контроллера, снабжённого средством автоматического переключения режимов.

Электронный вычислитель осуществляет обработку измеренных значений и вычисление объема газа приведенного к температуре 293,15 К (20 °С).

Датчик определяет скорость потока газа и его температуру.

Информация обрабатывается вычислителем и отражается на жидкокристаллическом индикаторе (ЖКИ):

- текущий расход, м³/ч;
- суммарный объем потребляемого газа, приведенный к стандартным условиям по температуре газа, м³;
- дата (год, месяц);
- архив объёма газа за указанный месяц и год и так последовательно за предыдущие 12 мес. ежемесячно.

Область применения – жилые дома и объекты соцкультбыта.

1.4. Приборы для контроля загазованности.

Для безопасной эксплуатации газоиспользующего оборудования в закрытых помещениях бытовых, общественных и промышленных зданий и сооружений используют переносные приборы для обнаружения и контроля горючих и ядовитых газов – газоиндикаторы.

1.4.1. Индикатор газа ИГ-11 (Рис.1.22) предназначен для поиска мест утечек горючих газов и паров.

Применяется в газовой отрасли и других отраслях народного хозяйства, где используется газовое оборудование.

Предназначен для обнаружения мест утечки природного или сжиженного газа из газопроводов, запорной арматуры, бытовых газовых плит, автомобильных газобаллонных установок и т. п.



ИГ-11 — переносной взрывозащищенный малогабаритный прибор непрерывного действия, с автономным электропитанием, неселективный, со световой и звуковой сигнализацией. Прибор предназначен для работы в диапазоне температур от -10 до +50 °С. Климатическое исполнение СЗ по ГОСТ 12997-84.

Результаты поиска утечки газа отображаются в виде перемещающейся светящейся точки на шкале светодиодных индикаторов. В зависимости от концентрации газа изменяется частота звуковых сигналов.

Рис. 1.22. Индикатор газа ИГ – 11

1.4.2. Сигнализатор концентрации горючих газов СКГГ-1. Сигнализатор (Рис.23) обеспечивает:

- измерение концентраций контролируемого газа;
- количество контролируемых точек (каналов) – до четырех;
- цифровую индикацию значения концентрации газа в каждой контролируемой точке;

- возможность установки потребителем до трех порогов сигнализации по каждому каналу в диапазоне от 0 до 2,5 объемной доли, % метана (от 0 до 1,0 объемной доли, % пропана);
- световую сигнализацию о превышении концентрацией контролируемого газа сверх установленных порогов;
- отображение информации о работоспособности каждого канала;
- защиту газочувствительного сенсора от перегрузки;
- сигнализацию об обрыве линии связи с блоком датчика или неисправности блока датчика;
- коммутацию внешних электрических цепей для подключения до четырех независимых исполнительных устройств;
- возможность обмена информацией с ЭВМ по последовательному интерфейсу RS-232 для передачи информации о загазованности и дистанционного управления сигнализатором.

Сигнализатор предназначен для эксплуатации в средах с содержанием механических примесей (пыли, смол, масел) и агрессивных веществ (хлора, серы, фосфора, фтора, мышьяка, сурьмы и их соединений) в контролируемой среде не выше ПДК по ГОСТ 12.1.005.

Питание сигнализатора осуществляется от сети переменного тока напряжением от 187 до 242 В и частотой (50 ± 1) Гц. Настройка сигнализатора на метан (CH_4) либо пропан (C_3H_8).

Принцип действия сигнализатора основан на изменении сопротивления газочувствительного сенсора при воздействии на него газа.

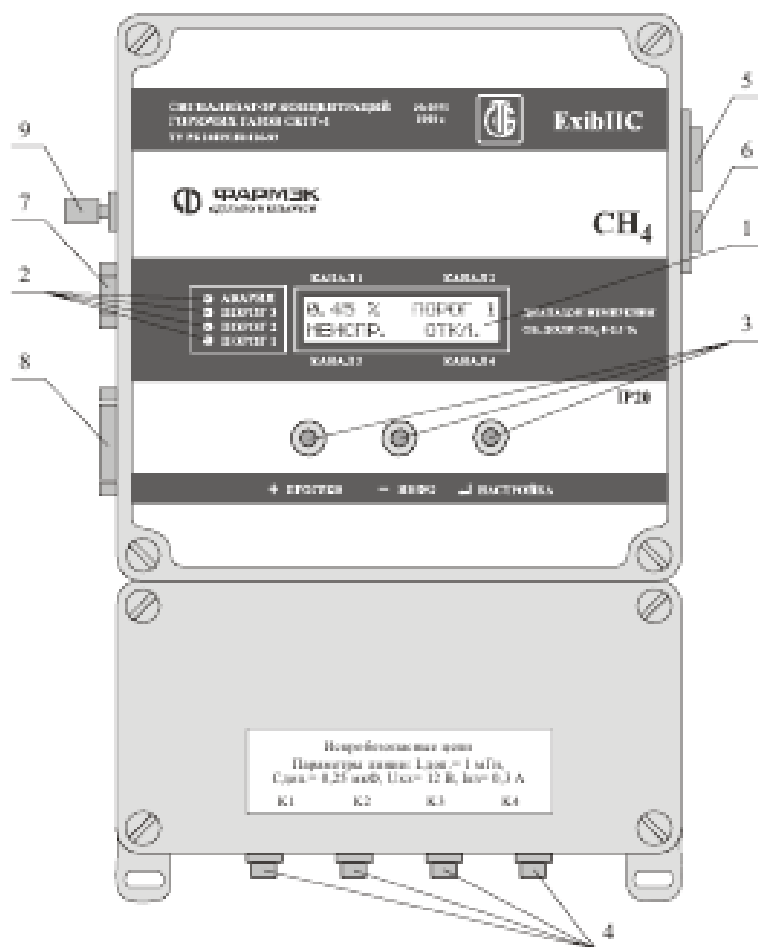


Рис. 1.23. Сигнализатор концентрации горючих газов СКГГ-1

Конструктивно прибор состоит из блока питания и сигнализации БПС и выносных блоков датчиков (Рис.1.25). Каждый блок датчика соединен с БПС двужильным кабелем, по которому осуществляется питание блока датчика и передача частотно-модулированной цифровой информации.

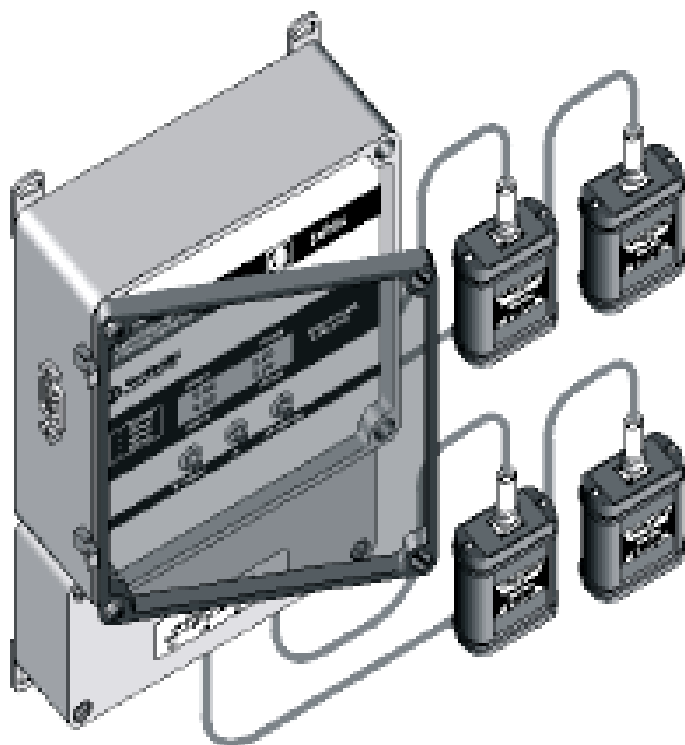


Рис. 1.24. Внешний вид передней панели блока питания и сигнализации БПС

На информационном табло (1) отображается информация о состоянии каждого канала и концентрация газа в контролируемых точках. Светодиодные индикаторы (2) отображают состояние пороговых устройств. Управление сигнализатором осуществляется с помощью кнопок (3).

Информация о состоянии первого канала отображается в верхнем левом углу информационного табло, второго канала – в верхнем правом, третьего – в нижнем левом, четвертого – в нижнем правом. Информационные надписи имеют следующие значения:



Рис.1.25. Блок датчика СКГГ-1.

Число с двумя знаками после точки и символом "%" (0.45% на рис.1.24) отображает концентрацию газа в месте, установки блока датчика в процентах объемной доли.

Чередование значения концентрации с надписью "Порог N" свидетельствует о превышении концентрации в точках, установки блока датчика, установленного порога сигнализации. N – номер порога: 1, 2 или 3. Мигание надписи "Неиспр." свидетельствует о неисправности блока датчика соответствующего канала, либо обрыве линии связи с ним.

Мигание надписи "Откл." означает, что концентрация в месте установки датчика превысила допустимый диапазон измерения и канал был принудительно отключен. Включить канал можно нажатием клавиши "ПРОГРЕВ".

Немигающая надпись "Откл." означает, что канал отключен. На нижней панели расположены четыре вилки, маркированные соответственно "K1", "K2", "K3", "K4" (4), предназначенные для подключения искробезопасных цепей питания блоков датчиков.

2. Порядок проведения работы и оформления отчета.

1. Ознакомиться с техническими характеристиками контрольно-измерительных приборов;
2. Изучить сведения об устройстве и принципе работы приборов, применяемых в системах газоснабжения.

3. Контрольные вопросы

1. Что такое температура, и какими приборами она измеряется?
2. Термометры расширения стеклянные: принцип действия, устройство, работа, применение.
3. Что такое термометр сопротивления, и каков принцип его работы?
4. Принцип действия датчика-реле dilatометрического.
5. Что такое давление? Виды давления.
6. Как подразделяются приборы для измерения давления по назначению?
7. Каковы принцип действия и устройство жидкостных средств измерения давления?
8. Как устроен деформационный манометр, и каков принцип его работы?
9. Какими величинами определяют расход и количество газа?
10. Классификация проборов для измерения расхода и количества вещества.
11. Каков принцип действия и устройство ротаметра?
12. Какие приборы используют для определения наличия углеводородного газа в воздухе помещений?
13. Какие приборы определяют состав газа? Характеристики, принцип действия, область применения.

Лабораторная работа №2

ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ ГАЗОРЕГУЛЯТОРНОЙ УСТАНОВКИ (ГРУ)

Цель работы: ознакомиться с назначением, классификацией и принципом работы оборудования газорегуляторных пунктов и установок (далее ГРП и ГРУ).

1. Основные термины и определения

Газорегуляторным пунктом (установкой) называется комплекс технологического оборудования и устройств, предназначенный для понижения входного давления газа до заданного уровня и поддержания его на выходе постоянным. В зависимости от размещения оборудования газорегуляторные пункты подразделяются на несколько типов:

- *газорегуляторный пункт шкафной (ГРПШ)* – оборудование размещается в шкафу из негорючих материалов;
- *газорегуляторная установка (ГРУ)* – оборудование смонтировано на раме и размещается в помещении, в котором расположена газоиспользующая установка, или в помещении, соединённом с ним открытым проёмом;
- *пункт газорегуляторный блочный (ПГБ)* – оборудование смонтировано в одном или нескольких зданиях контейнерного типа;
- *стационарный газорегуляторный пункт (ГРП)* – оборудование размещается в специально предназначенных зданиях, помещениях или на открытых площадках.

В зависимости от величины давления газа на входе ГРП и ГРУ классифицируются на:

- ГРП и ГРУ среднего давления (свыше 0,005 до 0,3 МПа);
- ГРП и ГРУ высокого давления (свыше 0,3 до 1,2 МПа).

ГРУ выполняют следующие функции:

- снижают давление газа до заданной величины (безопасной для потребителей);
- поддерживают заданное давление вне зависимости от изменений расхода газа и его давления перед регуляторными пунктами и установками;
- прекращают подачу газа при повышении или понижении его давления после регуляторных пунктов и установок сверх заданных пределов.

Основная технологическая линия состоит из следующего последовательно соединённого трубопроводами оборудования:

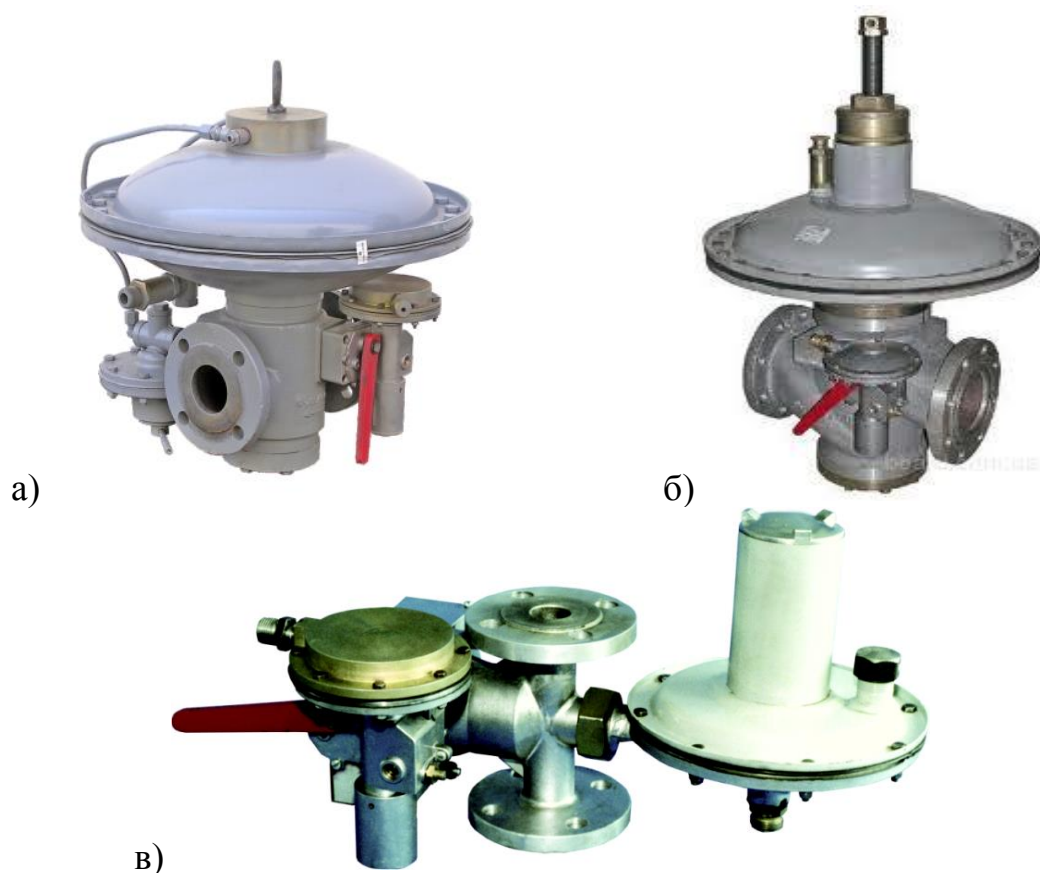
1. входного отключающего устройства (задвижка, шаровой кран);
2. фильтра газового (ФС, ФГ), очищающего газ от механических примесей и оборудованного манометрами для измерения перепада давления (по показаниям манометров судят о степени загрязнённости фильтра) (рис. 2.1);



Рис.2.1. Фильтр газовый ФГ волосяной.

3. предохранительного запорного клапана (ПЗК), перекрывающего подачу газа в случае выхода из заданных пределов давления после регулятора (контролируемого через импульсную трубку), встроены в конструкцию регуляторов давления (рис.2.2);

4. регулятора давления газа, понижающего давление до требуемого (РГК, РДГПК, РДС) (рис. 2.2);



*а) – РГК-50-02 комбинированный, с задатчиком управления и ПЗК;
б) – РДГПК-50 комбинированный с ПЗК; в) – РДС-32 комбинированный.*

Рис.2.2. Регулятор давления газа

5. выходного отключающего устройства (шаровой кран);
6. предохранительного сбросного клапана, стравливающего газ в атмосферу в случае кратковременного повышения давления сверх установленного (рис. 2.3).



Рис. 2.3. Предохранительный сбросной клапан КПС – 50

Предохранительные клапаны должны действовать:

- а) при падении давления газа за регулятором ниже минимально допустимого, при котором обеспечивается нормальная работа газогорелочных устройств;
- б) при повышении давления газа за регулятором выше максимально допустимого, при котором обеспечивается нормальная работа газогорелочных устройств и на которое рассчитан данный газопровод.

2. Технологическая схема действия оборудования ГРУ.

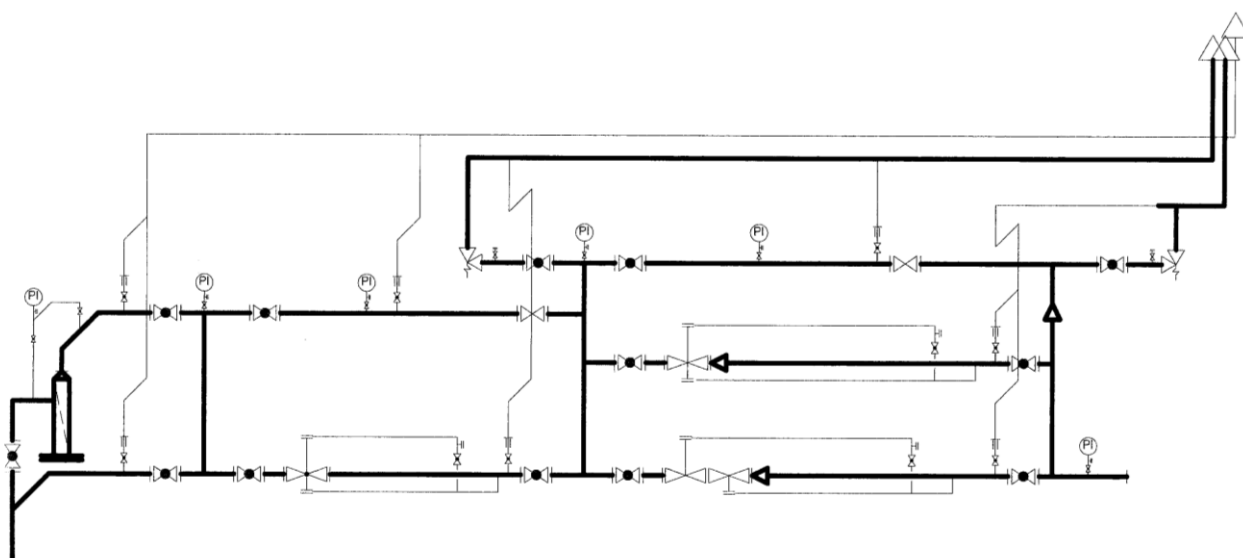


Рис.2.4. Схема газорегуляторной установки (ГРУ).

Газ высокого (0,3 – 1,2 МПа) давления входит в ГРУ и после отключающего устройства проходит через фильтр, где очищается от пыли и механических примесей. Фильтр состоит из стального или чугунного корпуса, внутри которого вставляются сменные кассеты. После фильтра газ через предохранительно-

запорный клапан поступает в регулятор давления, где давление газа снижается до заданного значения.

Предохранительно-запорный клапан предназначен для автоматического прекращения поступления газа в сеть низкого или среднего давления при превышении давления сверх заданного значения.

После регулятора газ пониженного давления выходит через запорную арматуру в городскую газораспределительную сеть соответствующего давления. Чтобы во время ремонта оборудования ГРУ не было перерыва в газоснабжении, на технологической линии предусматривается обводной газопровод (байпас). Байпасная линия служит для ручного регулирования давления газа на период ремонта (замены) оборудования на основной линии и состоит из трубопровода с двумя отключающими устройствами (задвижками), оборудованного манометром для измерения давления.

На выходном газопроводе низкого давления после регулятора давления устанавливают предохранительный сбросной клапан, который сбрасывает избыток газа в атмосферу, предотвращая повышение давления газа после регулятора. Если избыток газа будет настолько велик, что пропускная способность предохранительного клапана будет недостаточной для его удаления, то срабатывает предохранительно-запорный клапан. Для замера давления в газопроводе до регулятора и после него служат показывающие и самопишущие манометры.

3. Контрольные вопросы

1. Назначение и классификация ГРП (ГРУ)?
2. Каков состав оборудования на основной технологической линии ГРУ?
3. Какие виды газовых фильтров вы знаете? Назначение.
4. Как определить степень засоренности фильтров?
5. Назовите предохранительные устройства ГРУ.
6. Каково назначение предохранительно-запорных клапанов?
7. Каково назначение предохранительного сбросного устройства?
8. Назначение регуляторов давления газа.
9. Для чего предусматривается байпасная линия на газопроводе?

Лабораторная работа №3

УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ГАЗОРЕГУЛЯТОРНОЙ УСТАНОВКИ (ГРУ)

Цель работы: ознакомиться с конструкцией и принципом действия газовых фильтров и предохранительных устройств, применяемых в ГРП (ГРУ).

1. Фильтры газовые.

Фильтры газовые предназначены для очистки газа от пыли, ржавчины, смолистых веществ и других твёрдых частиц. Качественная очистка газа позволяет повысить герметичность запорных устройств, а также увеличить межремонтное время эксплуатации этих устройств за счёт уменьшения износа уплотняющих поверхностей. При этом уменьшается износ и повышается точность работы расходомеров (счётчиков и измерительных диафрагм), особенно чувствительных к эрозии. Правильный выбор фильтров и их квалифицированная эксплуатация являются одним из важнейших мероприятий по обеспечению надёжного и безопасного функционирования системы газоснабжения.

По направлению движения газа через фильтрующий элемент все фильтры можно разделить на прямоточные и поворотные, по конструктивному исполнению – на линейные и угловые, по материалу корпуса и методу его изготовления – на чугунные (или алюминиевые) литые и стальные сварные.

При разработке и выборе фильтров особенно важен фильтрующий материал, который должен быть химически инертен к газу, обеспечивать требуемую степень очистки и не разрушаться под воздействием рабочей среды и в процессе периодической очистки фильтра.

По фильтрующему материалу серийно выпускаемые фильтры подразделяются на сетчатые и волосяные. В сетчатых используют плетёную металлическую сетку, а в волосяных – кассеты, набитые капроновой нитью (или прессованным конским волосом) и пропитанные висциновым маслом.

Сетчатые фильтры, особенно двухслойные, отличаются повышенной тонкостью и интенсивностью очистки. В процессе эксплуатации, по мере засорения сетки, повышается тонкость фильтрования при одновременном уменьшении пропускной способности фильтра.

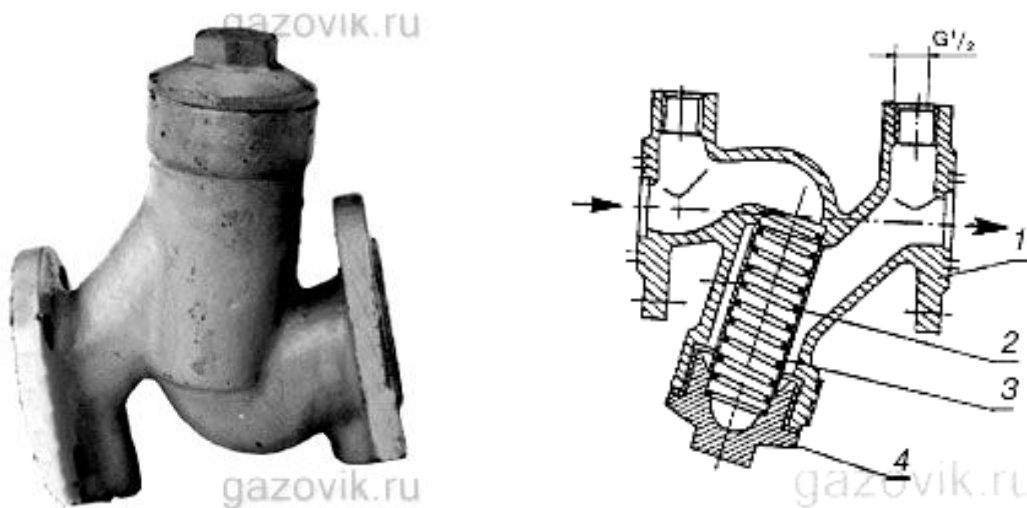
У волосяных фильтров, наоборот, в процессе эксплуатации фильтрующая способность снижается за счёт уноса частиц фильтрующего материала потоком газа и при периодической очистке встряхиванием.

Для обеспечения достаточной степени очистки газа без уноса твёрдых частиц и фильтрующего материала скорость газового потока лимитируется и характеризуется максимально допустимым перепадом давления на сетке или кассете фильтра.

Для сетчатых фильтров максимально допустимый перепад давления не должен превышать 5000 Па, для волосяных – 10 000 Па. В фильтре до начала эксплуатации или после очистки и промывки этот перепад должен составлять для сетчатых фильтров 2000...2500 Па, а для волосяных – 4000 ...5000 Па. В конструкции фильтров предусмотрены штуцеры для присоединения приборов,

с помощью которых определяется величина падения давления на фильтрующем элементе.

Работу сетчатого фильтра можно рассмотреть на примере фильтра типа ФС (рис. 3.1), где в качестве фильтрующего элемента используют однослойную плетёную металлическую сетку заводского изготовления, которую, придав ей цилиндрическую форму, припаивают к вставленному внутрь этого цилиндра каркасу.



1 — корпус; 2 — кассета; 3 — сетка; 4 — пробка

Рис. 3.1. Фильтр сетчатый типа ФС

В корпусе 1 расположена обойма, состоящая из проволочного каркаса (кассеты) 2 и обтягивающей её мелкоячеистой сетки 3. Обойма прижимается к выступам корпуса пробкой 4. Газ из входного патрубка фильтра поступает внутрь обоймы, на сетке которой задерживаются и частично ссыпаются вниз твёрдые частицы. Пройдя через сетку, очищенный газ попадает в выходной патрубок фильтра и из него направляется к основному оборудованию.

Для очистки фильтра при закрытых запорных устройствах до и после него вывёртывают пробку, из корпуса вынимают обойму и сетку тщательно промывают. Штуцеры 5 служат для подключения диффманометра.

Работу волосяного фильтра рассмотрим на примере фильтра типа ФГ (рис. 3.2).



Рис. 3.2. Фильтр газовый ФГ

В чугунном корпусе 1 фильтра находится кассета 3. Перед ней (по ходу газа) установлен отбойный лист (стальная пластина), который предотвращает повреждение кассеты крупными твёрдыми частицами. Торцевые части кассеты затянуты проволочными сетками, пространство между которыми набивается капроновой нитью (или прессованным конским волосом), пропитанной висциновым маслом, через набивку, которая должна быть однородной, без комков и жгутов, осуществляется его

[illegible]

Рис.3.3. Фильтр газовый ФГ

Чистят кассету встряхиванием накопившихся твёрдых частиц и промыванием её в бензоле, ксилоле и других растворителях. Корпус волосяных фильтров, так же как и сетчатых, можно изготавливать из стали в сварном исполнении.

Повышение или понижение давления газа после регулятора давления сверх заданных пределов может привести к аварийной ситуации. При чрезмерном повышении давления газа возможны отрыв пламени у горелок и появление в рабочем объеме газоиспользующего оборудования взрывоопасной смеси, нарушение герметичности, утечка газа в соединениях газопроводов и арматуры, выход из строя контрольно-измерительных приборов и т.д. Значительное понижение давления газа может привести к проскоку пламени в горелку или погасанию пламени, что при неотключении подачи газа вызовет образование взрывоопасной газозооушной смеси в топках и газоходах агрегатов и в помещениях газифицированных зданий.

31

2.1. Предохранительно-запорные клапаны

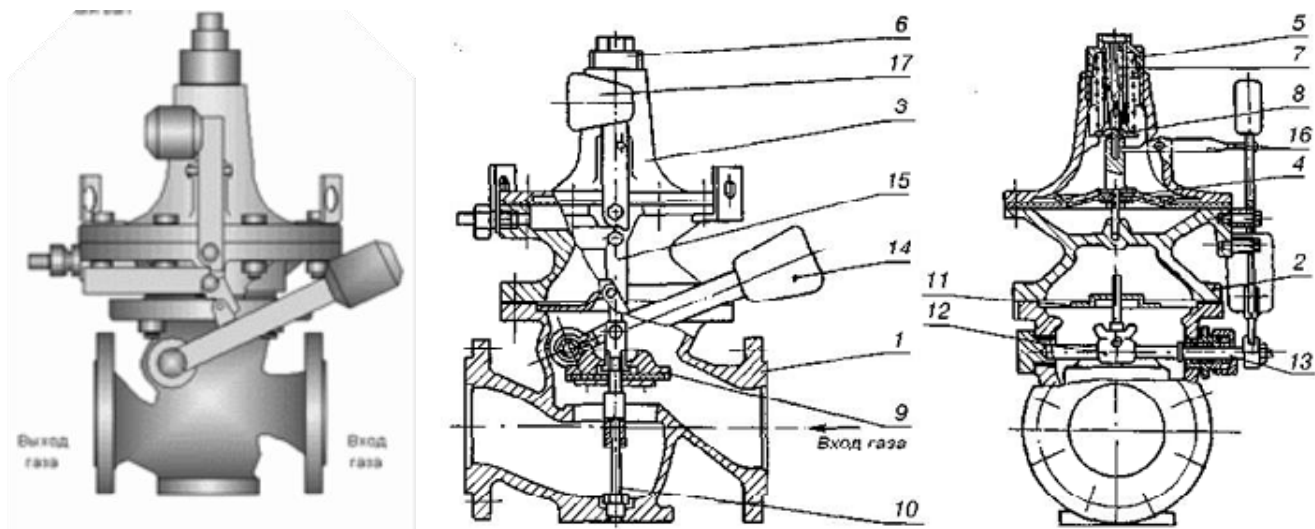
ПЗК предназначены для автоматического прекращения подачи газа к потребителям в случае повышения или понижения давления сверх заданных пределов; их устанавливают после регуляторов давления. ПЗК срабатывают при «чрезвычайных ситуациях», поэтому самопроизвольное их включение недопустимо. До ручного включения ПЗК необходимо обнаружить и устранить неисправности, а также убедиться, что перед всеми газоиспользующими приборами и агрегатами запорные устройства закрыты. Если по условиям производства перерыв в подаче газа недопустим, то вместо ПЗК должна быть предусмотрена сигнализация оповещения обслуживающего персонала.

Отбор импульса контролируемого давления ПЗК надо делать рядом с точкой отбора импульса регулятора давления, т.е. на расстоянии от регулятора давления не менее пяти диаметров выходного газопровода.

Подключать импульсный трубопровод ПЗК к нижней части горизонтального участка газопровода недопустимо для предотвращения попадания конденсата.

Предохранительный запорный клапан ПКН (ПКВ) представлен на рис. 3.4.

Подъём клапана 9 осуществляется при помощи вилки 12, закреплённой на поворотном валу 13, на конце которого крепится рычаг 14. В клапане 9 имеется устройство, выполняющее функции перепускного клапана для выравнивания давления газа до и после клапана 9 в момент его открытия. При открытии клапана рычаг 14 зацепляется с анкерным рычагом 15, установленным на переходном фланце 2. Коромысло 16, установленное в крышке 3, одним концом соединяется с мембраной 4, а другим – с молотком 17.



- 1 – корпус; 2 – переходной фланец; 3 – крышка; 4 – мембрана; 5 – большая пружина;
6 – пробка; 7 – малая пружина; 8 – шток; 9 – клапан; 10 – направляющая стойка;
11 – тарелка; 12 – вилка; 13 – поворотный вал; 14 – рычаг;
15 – анкерный рычаг; 16 – коромысло; 17 – молоток

Рис. 3.4. Клапан предохранительный запорный ПКН (ПКВ)

Для открытия необходимо рычаг 14 поднять до зацепления его с анкерным рычагом 15. При этом клапан 9 поднимается и открывает проход газу, который из сети по импульсной трубке поступит под мембрану 4. Настройка клапанов

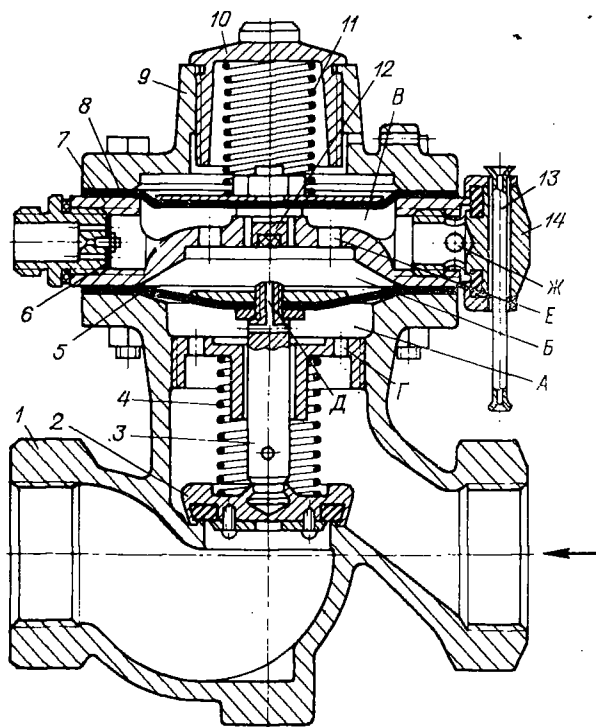
на нижний диапазон срабатывания производится вращением штока 8, а на верхний диапазон – вращением пробки 6.

Если контролируемое давление газа возрастает выше верхнего предела, установленного большой пружиной 5, мембрана 4, преодолевая усилие этой пружины, пойдёт вверх и повернет коромысло 16, наружный конец которого выйдет из зацепления с упором молотка 17. Под действием груза молоток 11 упадёт и ударит по свободному концу анкерного рычага 15, который освободит рычаг 14, укреплённый на валу, и клапан 9 под действием собственного веса и веса груза рычага 14 опустится на седло корпуса 1 и перекроет проход газу. Если контролируемое давление газа упадёт ниже заданного нижнего предела, установленного малой пружиной 7, мембрана 4 под действием этой пружины пойдёт вниз и опустит внутренний конец коромысла 16. При этом наружный конец коромысла 16 выйдет из зацепления с упором молотка, который упадёт и закроет клапан.

Запорно-предохранительный клапан ПКК-40М

В шкафных ГРУ монтируется малогабаритный запорно-предохранительный клапан ПКК-40М, который рассчитан на входное давление 0,6 МПа. Чтобы открыть клапан требуется отвинтить пусковую пробку 14 (рис. 3.5), тогда импульсная камера клапана сообщается с атмосферой через отверстие Ж. В процессе давления газа мембрана 5, шток 3 и клапан 2 перемещаются вверх, и когда мембрана находится в крайнем верхнем положении, резиновым уплотнением 12 прикрывается отверстие Д в штоке клапана 3, при этом прекращается по-

ступление газа из корпуса в импульсную камеру В. Импульсная камера В соединена с надмембранным пространством Б отверстием Е. Подмембранное пространство А находится под входным давлением через отверстия Г.



- 1 – корпус; 2 – клапан; 3 – шток клапана;
- 4, 11 – пружина; 5, 8 – мембрана;
- 6, 7 – штуцер импульсного трубопровода;
- 9 – крышка клапана; 10 – регулировочный стакан; 12 – резиновое уплотнение;
- 13 – ручка пусковой пробки;
- 14 – пусковая пробка.

Рис. 3.5. Предохранительный клапан ПКК-40М:

После чего пусковую пробку заворачивают. По открытому клапану газ подается на регуляторы давления, а затем по импульсной трубке поступает в камеру В. При повышении более за регуляторами давления газа сверх установленных пределов мембрана 8 переместится вверх, вне зависимости от упругости пружины 11, в результате чего, прикрытое ранее резиновым уплотнением 12

отверстие D откроется. Поднимаясь, верхняя мембрана 8 упирается своим диском в крышку, при этом нижняя, находясь под действием пружины 4 и массы клапана со штоком, опускается вниз, в результате чего клапан закрывает проход газа.

2.2. Предохранительно-сбросные клапаны

Для сброса газа за регулятором в случае кратковременного повышения давления газа сверх установленного должны применяться предохранительные сбросные клапаны (ПСК).

ПСК – это закрытая в эксплуатационном состоянии арматура; она открывается на краткий период времени, а после достижения давления в контролируемой точке номинального значения автоматически закрывается.

ПСК могут быть пружинные и мембранные. Пружинные ПСК должны быть снабжены устройством для их принудительного открытия и контрольной продувки с целью предотвращения прилипания, примерзания и прилипания золотника к седлу, а также для удаления твёрдых частиц, попавших между уплотнительными поверхностями.

ПСК подразделяются на полноподъёмные и малоподъёмные. У малоподъёмных клапанов (типа ПСК) открытие затвора происходит постепенно, пропорционально увеличению давления в контролируемой точке газопровода. Полноподъёмные клапаны (СППКР4Р-16) открываются полностью и резко, рывком, и также резко, с ударом золотника о седло, закрываются при понижении давления, т.е. имеют двухпозиционное положение: закрыто и открыто.

При достижении максимально допустимого давления настройки затвор ПСК должен безотказно открываться до полного подъёма, в открытом положении работать устойчиво. Затвор должен закрываться при понижении давления до номинального или ниже его на 5 % и обеспечивать герметичность. В случае запаздывания закрытия затвора давление газа в сети может значительно понизиться, что может привести к нарушению режима работы системы, а также выбросу в атмосферу относительно большого количества газа.

У малоподъёмных ПСК при закрытии затвора после сброса необходимого количества газа трудно достигнуть герметичности затвора, так как для этого бывает необходимо приложить усилие большее, чем в режиме «закрыто». Такие ПСК прекращают сброс газа только после уменьшения давления до 0,8...0,85 % рабочего давления, что приводит к постоянному или длительному сбросу газа в атмосферу.

Главным преимуществом мембранных ПСК является наличие в их конструкции эластичной мембраны, выполняющей роль чувствительного элемента. Если в пружинных клапанах золотник выполняет функции и чувствительного элемента, и запорного органа, то в мембранных клапанах золотник выполняет только запорные функции. Мембрана позволяет увеличить чувствительность ПСК в целом и расширить область их использования, включая низкое давление

газа. ПСК должны обеспечивать открытие при превышении установленного рабочего давления не более чем на 15 %.

Мембранно-пружинный сбросной клапан КПС. Мембранно-пружинный сбросной клапан в отличие от гидрозатвора имеет меньшие габариты и может работать на низком и среднем давлениях. Его выпускают в двух вариантах: КПС-25 и КПС-50, которые отличаются друг от друга только габаритами и пропускной способностью. Его части (рис. 3.6): корпус 1, клапан 4, мембрана 2, пружина 5 и регулировочный винт 6.

Газ из газопровода после регулятора поступает на мембрану ПСК. Если давление газа оказывается больше давления пружины 5 снизу, то мембрана 2 отходит вниз, клапан 4 открывается и газ идет на сброс. Как только давление газа станет меньше усилия пружины 5, клапан 4 закрывается. Сжатие пружины 5 регулируют винтом 6 в нижней части корпуса 3. Для установки ПСК на газопроводах низкого или высокого давления подбирают соответствующую пружину из комплекта этого клапана.

Направляющие клапана сбросного клапана ПСК-25 выпускаются в виде крестовины и перемещаются внутри седла. Надежность работы клапана ПСК во многом зависит от качества сборки.

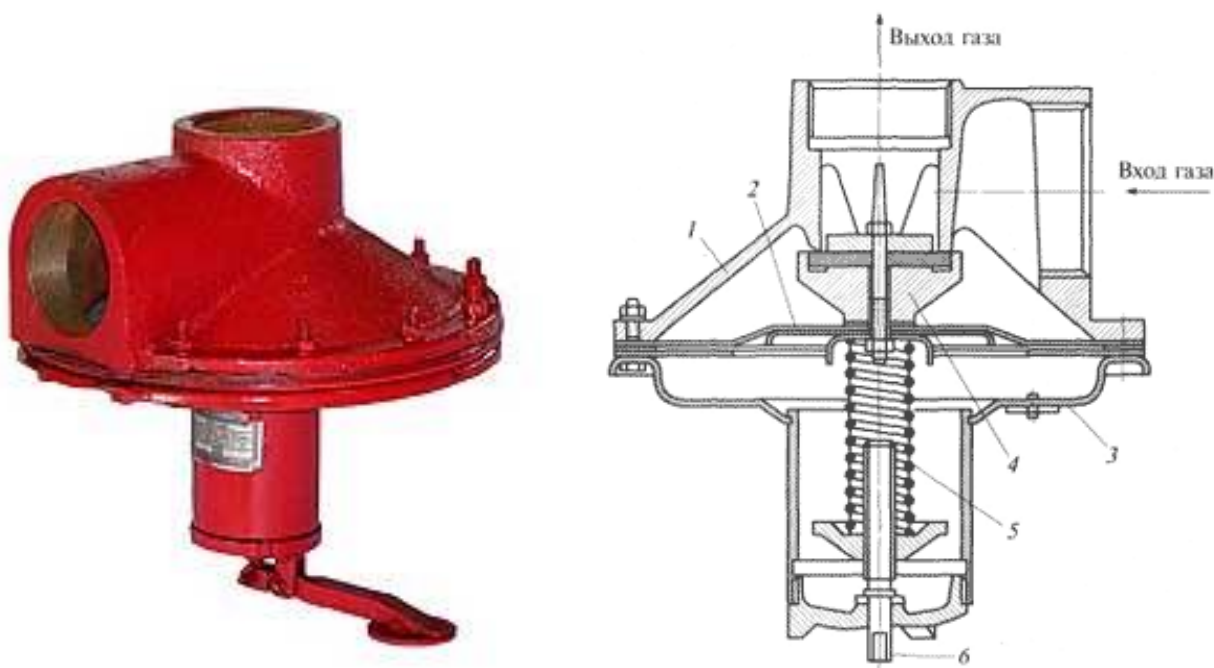


Рис. 3.6. Предохранительный клапан КПС – 50

Предохранительные клапаны должны действовать:

- а) при падении давления газа за регулятором ниже минимально допустимого, при котором обеспечивается нормальная работа газогорелочных устройств;
- б) при повышении давления газа за регулятором выше максимально допустимого, при котором обеспечивается нормальная работа газогорелочных устройств и на которое рассчитан данный газопровод.

3. Порядок проведения работы

1. Ознакомиться с литературой, наиболее полно отражающей номенклатуру, выбор и принцип работы газовых фильтров, предохранительно-запорных клапанов и предохранительно-сбросных устройств.

2. Представить отчёт по работе, который должен содержать основы теории устройства и особенностям работы газовых фильтров, предохранительно-запорных клапанов и предохранительно-сбросных устройств.

4. Контрольные вопросы

1. Какие виды газовых фильтров вы знаете? Основные отличия. Назначение.

2. Дайте характеристику сетчатым фильтрам: устройство и принцип работы.

3. Дайте характеристику волосяным фильтрам: устройство и принцип работы.

4. Какие требования предъявляются при разработке и выборе фильтров?

5. Как определить степень засоренности фильтров? Каков максимально допустимый перепад давления на фильтре?

6. Какие предохранительные устройства ГРП вы знаете? Каково назначение предохранительных устройств?

7. Каков принцип работы предохранительно-запорного клапана ПКН (ПКВ)?

8. Каков принцип работы предохранительно-запорного клапана ПКК-40?

9. Каково назначение предохранительного сбросного устройства?

10. Охарактеризуйте устройство и принцип работы пружинного сбросного клапана КПС-50.

11. Когда должны срабатывать предохранительно-сбросные устройства?

Лабораторная работа №4

УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ РЕГУЛЯТОРОВ ДАВЛЕНИЯ ГАЗА

Цель работы: ознакомиться с конструкцией и принципом действия регуляторов давления газа, применяемых в ГРП (ГРУ).

1. Основные положения теории

Регуляторы давления (далее регуляторы) являются основным элементом ГРП (ГРУ), предназначенным для автоматического понижения давления газа от начального (входного) P_1 до расчетного (выходного) P_2 и поддержания последнего постоянным в заданном диапазоне (с учетом неравномерности регулирования) независимо от изменения расхода газа и колебаний входного давления P_1 в определенных пределах. Конструктивное исполнение и размеры регуляторов определяются условиями их эксплуатации, расчетной пропускной способностью, входным и выходным давлением, характеристикой регулируемого объекта (системы газопроводов).

Регулятор может поддерживать заданное давление газа в контролируемой точке газопровода, расположенной после регулятора или до него. В первом случае регулятор называют регулятором «после себя», во втором — регулятором «до себя». В ГРП (ГРУ) городских систем газоснабжения, промышленных, коммунальных и бытовых объектов применяют регуляторы только типа «после себя».

Регулятор поддерживает постоянным (в заданном диапазоне) только один из этих параметров — давление газа. Причем это постоянство сохраняется в одной определенной точке газопровода, которая соединена импульсной трубкой с чувствительным элементом регулятора и которую называют контролируемой точкой. Постоянство давления в контролируемой точке (при неизменном входном давлении в регулятор) сохраняется до тех пор, пока отбор газа от объекта потребителями равен притоку газа к объекту через регулятор. Если это равенство существует, то объект находится в равновесии.

К основным функциям регулятора следует отнести:

- а) снижение давления газа (дресселирование) от входного P_1 до расчетного выходного P_2 в контролируемой точке;
- б) поддержание постоянства P_2 в заданных пределах при установившемся режиме работы объекта регулирования;
- в) восстановление P_2 в заданные пределы после возмущения, нарушившего установившийся режим.

Регуляторы давления классифицируют по назначению, характеру регулирующего воздействия, характеру связи между входной и выходной величиной, способу воздействия на регулирующий клапан и т. д.

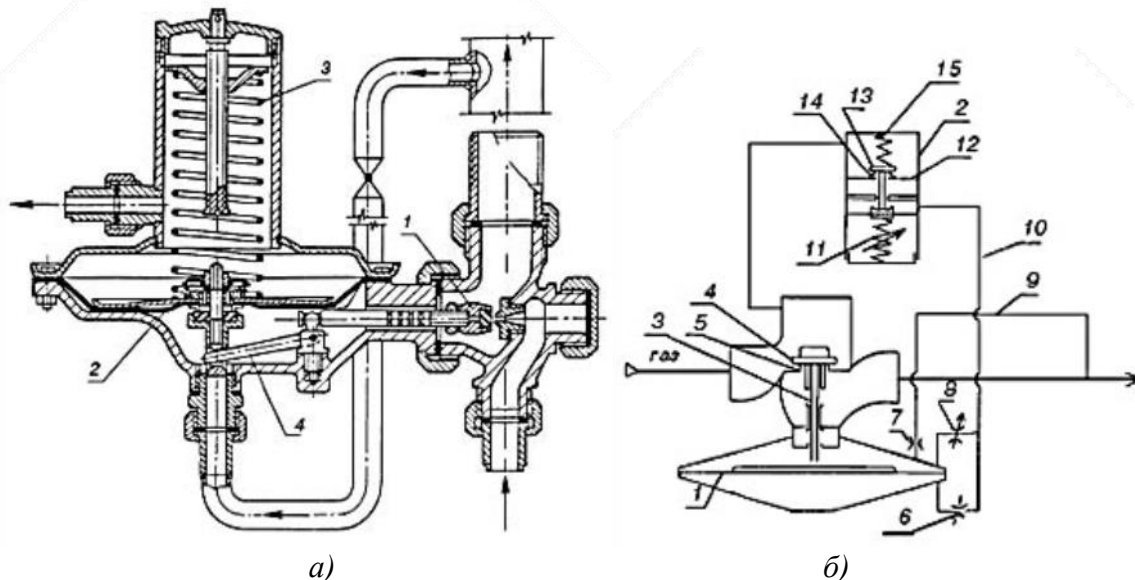
Кроме того, регуляторы давления могут различаться устройством, диапазоном входных и выходных давлений, способами настройки, регулировки и т.д.

На сегодняшний день регуляторы давления производят порядка десяти отечественных производителей, а их разновидностей насчитывается более 40.

Рассмотрим устройство регуляторов давления, получившие на сегодняшний день наибольшее распространение. В системах газораспределения наиболее

распространены следующие типы регуляторов давления (по виду нагрузки): регуляторы прямого действия с пружинной и рычажно-пружинной нагрузками и регуляторы непрямого действия с командным прибором (пилотом).

Первая группа — это беспилотные регуляторы типа РД-32М, РД-50М, РДНК-400 (рис. 4.1а). Для них характерно наличие рычажной системы передачи усилия от рабочей мембраны на регулирующий клапан.



1 — регулирующий клапан; 2 — рабочая мембрана;
3 — настроечная пружина; 4 — коленчатый рычаг;

б) регулятор с пилотом: 1 — мембрана; 2 — пилот (регулятор управления); 3 — шток;
4 — клапан; 5 — седло; 6, 7, 8 — регулируемые дроссели; 9, 10 — импульсные трубопроводы;
11 — регулировочная пружина пилота; 12 — мембрана пилота;
13 — клапан пилота; 14 — седло; 15 — возвратная пружина.

Рис. 4.1. а) регулятор с рычажной передачей

У беспилотных регуляторов первой группы органом настройки регулируемого выходного давления является настроечная пружина, воздействующая на рабочую мембрану.

Вторая группа регуляторов — устройства типа РДУК2, РДБК1, РДГ (рис. 4.1б). Их характерная особенность — наличие регулятора управления (пилота). Процесс регулирования определяется взаимодействием выходного давления на рабочую мембрану, подаваемого из пилота в подмембранное пространство.

Пилотные регуляторы имеют достаточно широкие интервалы входного и выходного давления и пропускной способности. Эти факторы обеспечиваются воздействием на рабочую мембрану регулятора подмембранного управляющего давления, создаваемого пилотом, вместо непосредственного воздействия настроечной пружины на мембрану.

По сравнению с пружинными регуляторами прямого действия, пилотные имеют следующие преимущества:

- возможность обеспечения достаточно широких интервалов выходного регулируемого давления 0,01–0,06 МПа и 0,06–0,6 МПа;
- обеспечение достаточно большой пропускной способности;
- возможность в ряде случаев перенастройки регуляторов на рабочие параметры без прекращения подачи газа к потребителям.

2. Регулятор давления газа РДС-32-5

Регуляторы давления газа комбинированные РДС-32 предназначены для редуцирования давления газа с высокого на среднее природных, искусственных, углеводородных и других неагрессивных газов, автоматического поддержания выходного давления на заданном уровне независимо от изменения расхода и входного давления, автоматического отключения подачи газа при повышении выходного давления за установленные верхний и нижний пределы. Температура окружающей среды от -40 до $+45$ °С.

Корпус регулятора изготавливается из алюминия.

Регуляторы РДС-32 выполняют в шести исполнениях: регулятор РДС-32-1, регулятор РДС-32-2, регулятор РДС-32-3, регулятор РДС-32-4, регулятор РДС-32-5, регулятор РДС-32-6.

При необходимости изменения направления потока газа, корпус регулятора поворачивается в любое положение (т.е. вертикальная или горизонтальная установка).

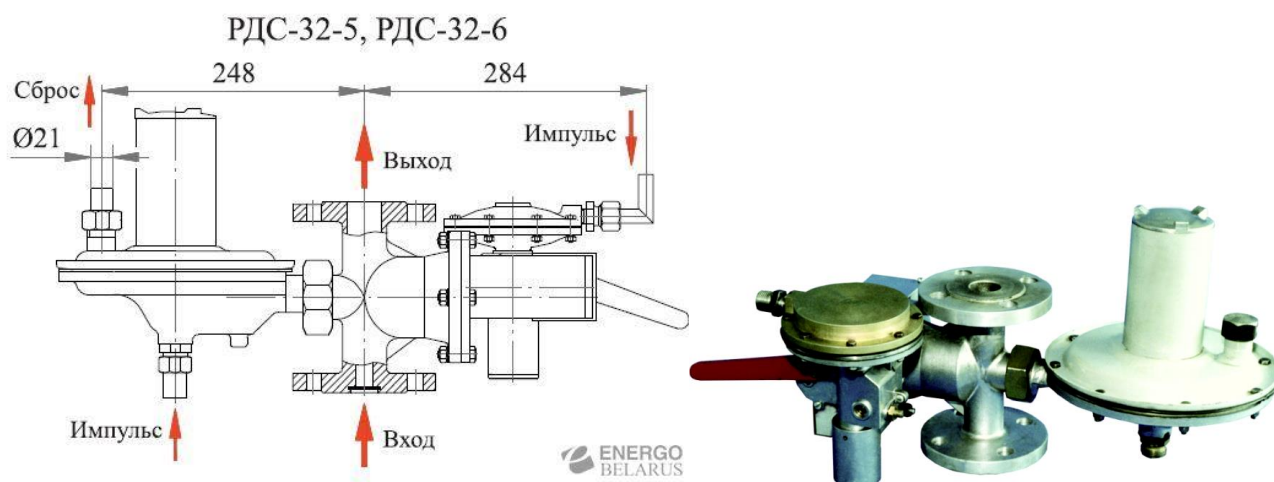


Рис. 4.2. Регулятор РДС-32-5

Регулятор РДС-32, (рис. 4.2 – 4.4), состоит из корпуса 1 (крестовина), на которой при помощи гайки 2, устанавливается регулирующее устройство 3 и, при помощи болтов, механизм настройки ПЗК 4. В корпусе 1 установлена втулка 5, правая часть которой является седлом предохранительно-запорного клапана 6, левая, седлом клапана 7, регулирующего устройства 3 с плоской мембраной 8 разделяющей его на две полости: А-соединенную импульсным трубопроводом с трубопроводом выходного давления, и Б-соединенную через отверстие в верхней крышке с атмосферой. Рычаг 9 шарнирно соединен с клапаном 7 и направляющей 10. Регулирующая пружина 11 устанавливается на тарелку 12 и поджимается гайкой 13. Регулятор РДС-32-5, рисунок 4.3, отличается от регулятора РДС-32-1 наличием дополнительного кольца 1, фигурной мембраной 2, тарелки 3 меньшего диаметра, регулировочной пружины большей жесткости, наличием предохранительного сбросного клапана 1 и сбросного ниппеля 2. Механизм настройки ПЗК РДС-32-1, рисунок 4.4, состоит из двух корпусов 1 и 2, двух крышек 3 и 4, плоской мембраны 5, тарелки 6, штока 7, ролика 8, регулировочных пружин 9 и 10, регулировочных гаек 11 и 12, рычагов 13 и 14, оси 15, кнопки аварийного срабатывания 16, оси 17, рукоятки взвода 18.

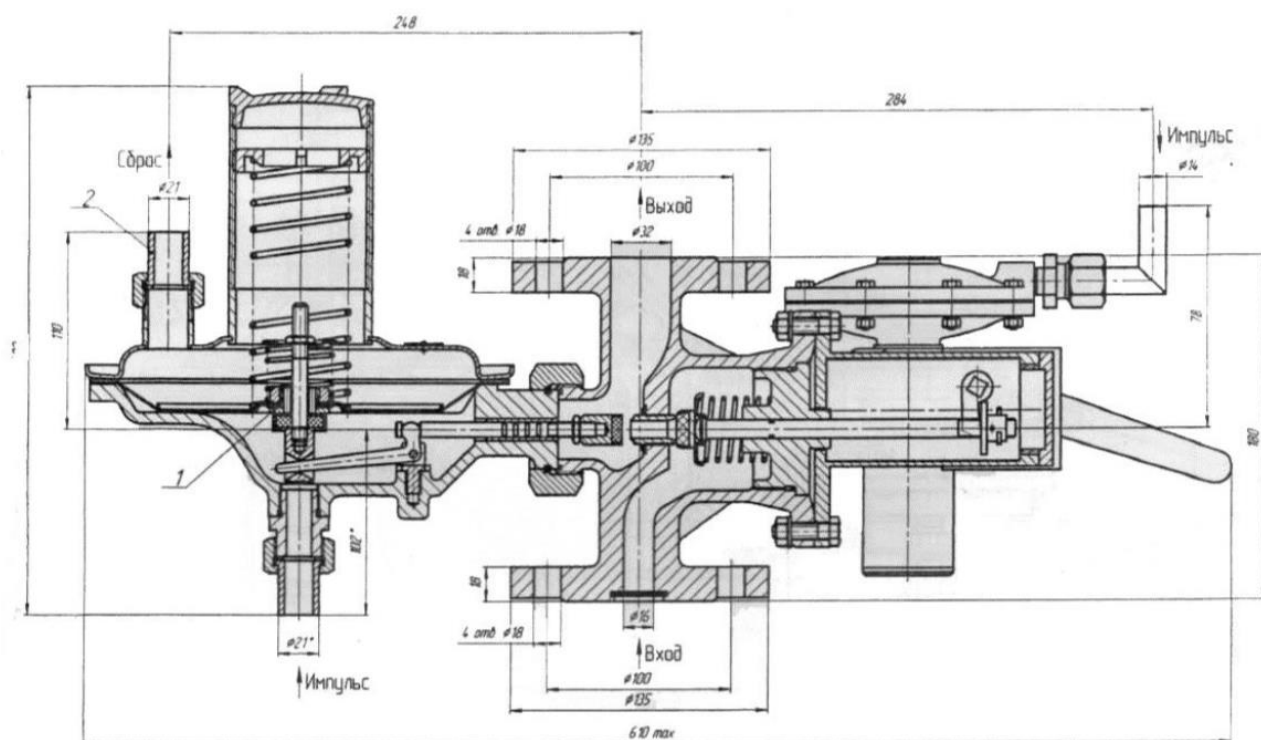


Рис. 4.3. Регулятор РДС-32-5

Для обеспечения устойчивой работы регулятора и требуемых расходов газа, непосредственно за регулятором необходимо выполнить расширение газопровода с установкой запорной арматуры условным проходом, равным его диаметру.

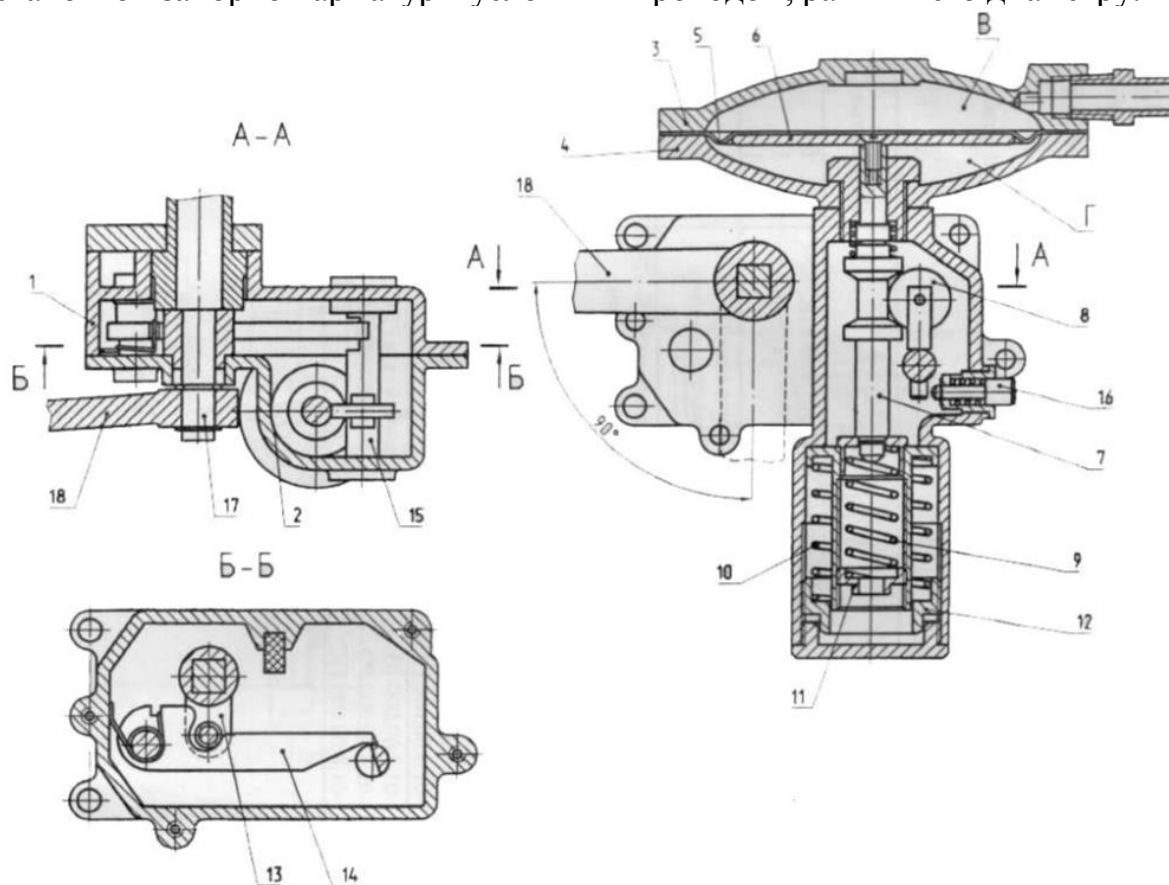


Рис. 4.4. Механизм настройки регулятора РДС-32-1

Входное давление 0,3 – 1,2 МПа.

Выходное давление 0,0013 – 0,0028 МПа.

Пропускная способность при максимальном входном давлении, не менее 285 м³/ч.

Давление срабатывания сбросного клапана при превышении установленного выходного давления, не более 0,00345 МПа.

Пределы настройки предохранительного клапана:

- верхний предел – не более 0,00375 МПа;
- нижний предел – не более 0,5 Р_{вых} МПа.

3. Регулятор давления газа, комбинированный, РГК-50

Регулятор давления газа, комбинированный, РГК-50, с задатчиком управления и предохранительно-запорным клапаном предназначен для редуцирования и поддержания заданного давления природных, искусственных, углеводородных и других неагрессивных газов, для автоматического перекрытия подачи газа при выходе контролируемого (выходного) давления за установленные верхний и нижний пределы.

Регулятор устанавливается в узлах редуцирования ГРП, ШРП, ГРУ, промышленных объектов и других системах газоснабжения.

- Условный проход входного и выходного патрубка DN, 50 мм
- Диаметр седла клапана (регулятора и предохранительно запорного), 50 мм
- Входное давление РН, 0,3 – 1,2 МПа
- Диапазон настройки выходного давления (Р_{вых}), 0,0016-0,005 МПа
- Пределы настройки автоматического перекрытия подачи газа при изменении выходного давления, МПа: нижний (Р_{нп}) $0,0003 \leq Р_{нп} \leq 0,5 Р_{вых}$;
верхний (Р_{вп}) $Р_{вп} \leq 1,25 Р_{вых}$
- Макс. пропускная способность при входном давлении 1,2 МПа, не менее 5000 м³/ч.

Устройство регулятора:

Регулятор РГК-50-02 (Рис.4.5) состоит из корпуса 1, с входным и выходным патрубками, крышек 2 и 3, задатчика управления 4, дросселей 5 и 6, механизма настройки предохранительно-запорного клапана (ПЗК) 7, импульсных трубок 8 и 9, перепускной трубки 10.

В корпусе регулятора 1 (Рис.4.6) установлена втулка 2, нижняя часть которой является седлом клапана регулятора 3, верхняя – седлом предохранительно-запорного клапана 4.

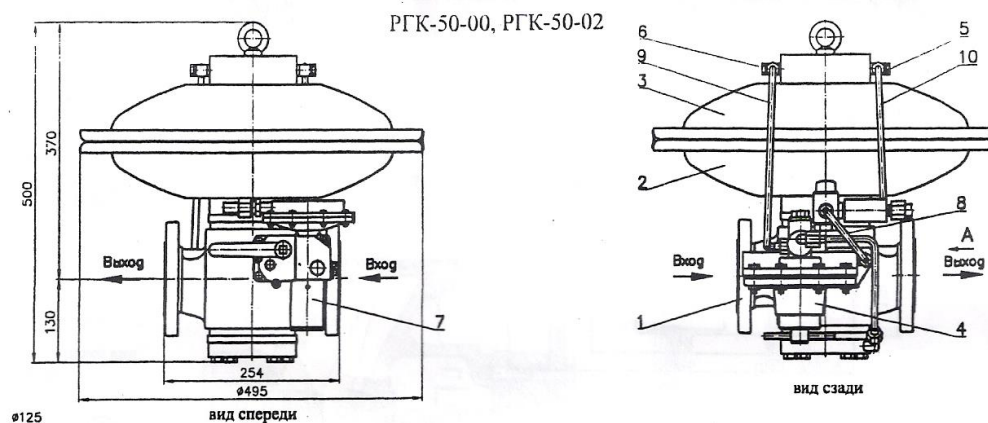


Рис. 4.5. Регулятор давления газа, комбинированный, РГК-50-02, с задатчиком управления и предохранительно-запорным клапаном

Клапан регулятора представляет собой поршень, движущийся в направляющей 5 вместе со штоком 6. Максимальный ход клапана регулятора равен 14 мм. Отверстия в клапане предназначены для выравнивания усилий, действующих на открытие и закрытие клапана.

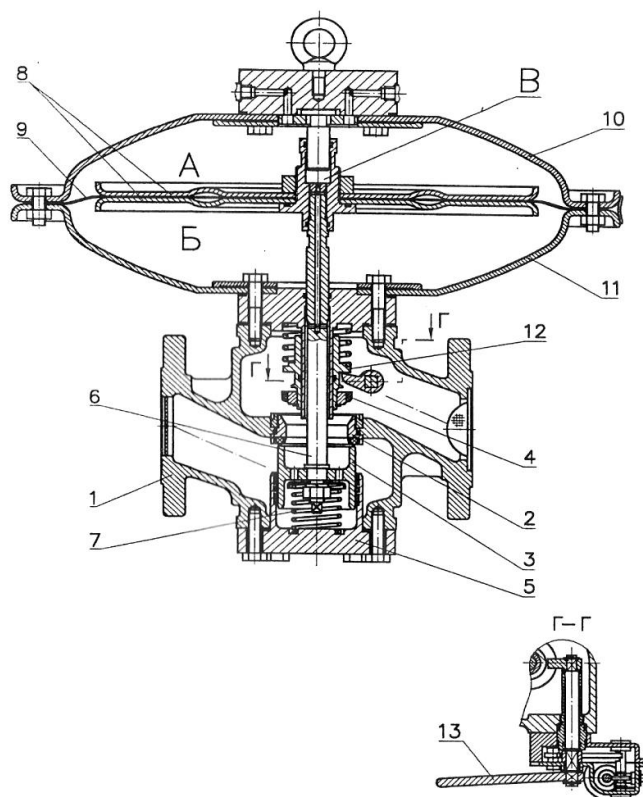


Рис. 4.6. Конструктивное решение регулятора РГК-50-02.

Пружина 7 предназначена для закрытия клапана до поступления управляющего сигнала. Шток 6 жестко соединен с тарелками 8 и мембраной 9. Мембрана 9 разделяет объем, образованный крышками 10 и 11 на плоскости А и Б. В плоскость А поступает управляющий сигнал, в плоскость Б импульс выходного давления.

Через отверстия в штоке импульс от входного давления попадает в полость В, где создаются усилия, компенсирующие колебания входного давления.

Предохранительно-запорный клапан установлен на втулке 12, которая передвигается от крайнего нижнего положения «Закрыто» до крайнего верхнего положения «Открыто». Клапан закрывается автоматически, открывается вручную при помощи рукоятки 13, установленной в механизме настройки ПЗК.

Механизм настройки ПЗК (Рис. 4.7) состоит из корпусов 1 и 2, крышек верхней 3 и нижней 4. Крышки 3 и 4 с мембраной 5, тарелкой 6, штоком 7, роликом 8, регулировочными пружинами 9 и 10 образуют регулировочное устройство механизма настройки ПЗК. Рукоятка взвода 17 установлена на вращающейся оси 18.

При вращении рукоятки по часовой стрелке до горизонтального положения рычаг 13 приподнимает анкер 14, который входит в зацеп с осью 15, т.е. клапан открылся.

Работа механизмов регулятора:

Газ (Рис.4.8) через входной патрубкок подается в регулятор и через штуцер на задатчик управления ЗУ. Регулировочным стаканом ЗУ создается давление управления. По импульсному трубопроводу давление управления подается в надмембранную полость А, где воздействуя на регулировочную мембрану создает усилие для перемещения клапана регулятора вниз, т.е. создает кольцевой зазор между седлом и клапаном, где происходит дросселирование газа, уменьшение давления до номинального значения.

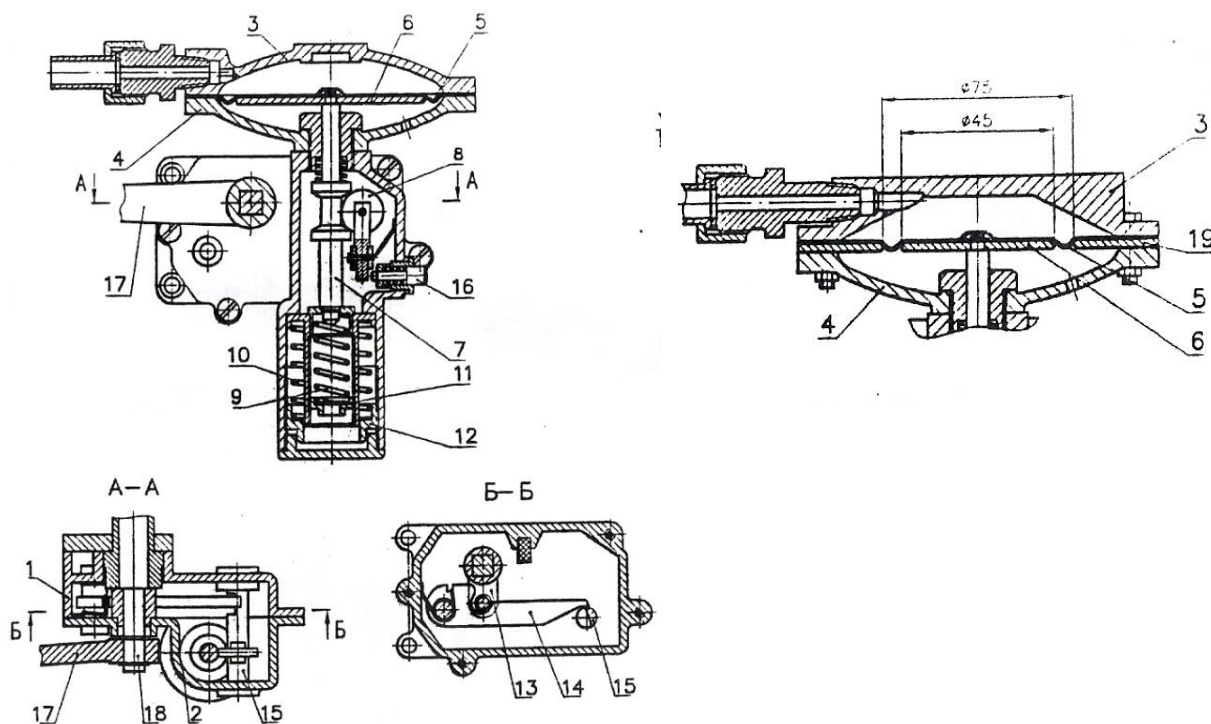


Рис. 4.7. Механизм настройки ПЗК регулятора

Для поддержания выходного (номинального) давления на постоянном уровне подмембранная полость Б соединена импульсным трубопроводом с выходным трубопроводом. При изменении расхода в системе изменяется выходное давление, которое, воздействуя на регулировочную мембрану, изменяет усилие для перемещения клапана, т.е. поддерживает постоянный кольцевой зазор.

По импульсному трубопроводу, от импульсного штуцера регулятора, газ поступает в надмембранную полость ЗУ. Изменение выходного давления регулятора влечет за собой изменение давления управления, которое в свою очередь, поступая в полость А и воздействуя на регулировочную мембрану, изменяет усилие для перемещения клапана, т.е. поддерживает постоянный кольцевой зазор.

Каждому значению выходного давления соответствует определенное значение давления управления.

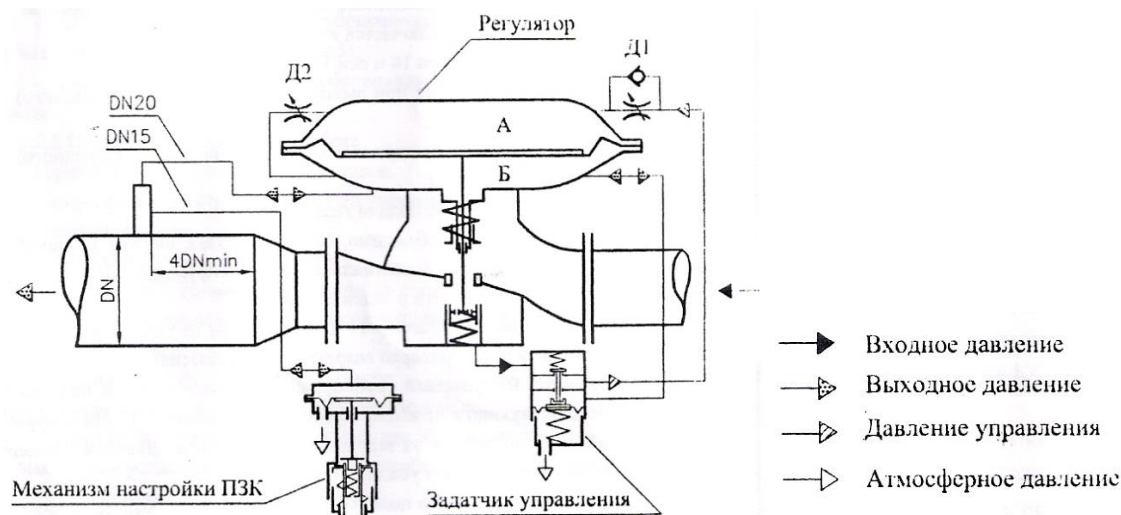


Рис. 4.8. Схема работы регулятора РГК-50

Дроссель Д1 предназначен (Рис. 4.5 позиция 6) предназначен для устранения колебаний выходного давления. Дроссель Д2 (Рис.4.5 позиция 5) предназначен для перепуска давления управления из полости А в полость Б при настройке выходного давления от большего значения на меньшее. При запуске регулятора дроссель Д2 должен быть приоткрыт на 3-4 оборота. При установившемся режиме работы регулятора дроссель должен быть закрыт.

Открытие предохранительно-запорного клапана 4 (Рис. 4.6) производится путем подъема рукоятки 13 до горизонтального положения. При этом предварительно открывается перепускной клапан, который поднимает давление на выходном патрубке до рабочего, после чего производится открытие основного клапана (запорное устройство на выходном трубопроводе при открытии клапана ПЗК должно быть закрыто).

4. Регулятор давления газа с предохранительным клапаном РДГПК – 50

Предназначен для редуцирования и поддержания заданного давления природных, искусственных, углеводородных, сжиженных и других неагрессивных газов, для автоматического герметичного перекрытия подачи газа при выходе контролируемого давления за установленные верхний и нижний пределы.

В зависимости от направления подачи газа и материала корпуса регуляторы изготавливаются в четырех исполнениях.

Вид климатического исполнения - **У2** по ГОСТ 15150-69, с ограничением нижнего значения температуры окружающей среды до - 40°С (для регуляторов в корпусе из алюминиевых сплавов) или до - 35°С (для регуляторов в чугунном корпусе). Алюминиевые сплавы применяются для изготовления специальной арматуры малых размеров с диаметром условного прохода до 200 мм, работающей при температурах до +150 градусов. Это обуславливается тем, что алюминий имеет высокую коррозионную стойкость, легко поддается различного вида обработке и обладает малой плотностью, что делает арматуру из него очень легкой.

Диаметр 50 мм или 5 см - самый распространенный диаметр трубопроводной арматуры.

У - климатическое исполнение для макроклиматических районов с умеренным климатом.

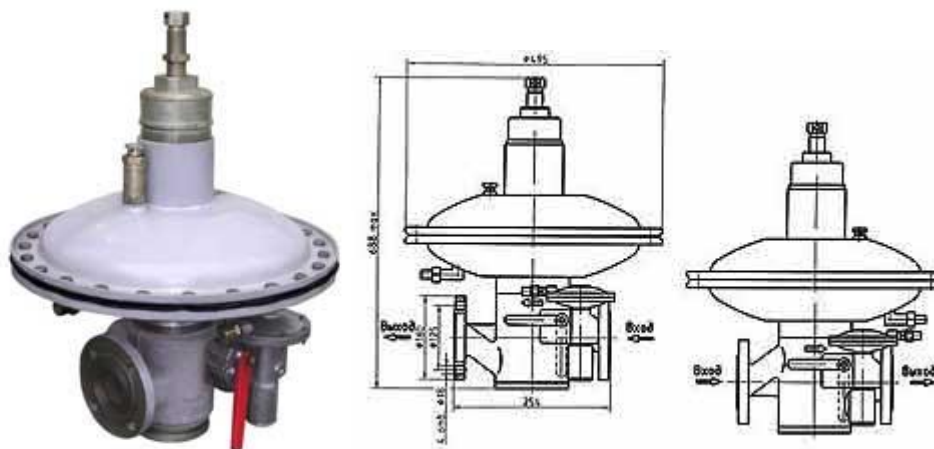


Рис. 4.9. Регулятор давления газа с предохранительным клапаном РДГПК – 50

- Диапазон входного давления 0,05-1,2 МПа
- Диапазон настройки выходного давления 0,0016-0,016 МПа
- Пределы настройки предохранительного клапана, от установленного выходного давления ($P_{\text{вых}}$), не более: нижний предел $P_{\text{нп}} \leq 0,5 P_{\text{вых}}$;
верхний предел $P_{\text{вп}} \leq 1,25 P_{\text{вых}}$.
- Максимальная пропускная способность при максимальном входном давлении 1,2 МПа, не более 2500 м³/ч.
- Пропускная способность:

Входное давление, Мпа	0,05	0,1	0,3	0,6	1,2
Пропускная способность РДГПК-50, м ³ /час, не более, при выходном давлении 0,016 МПа	600	750	900	1500	2500

Устройство и принцип работы РДГПК-50:

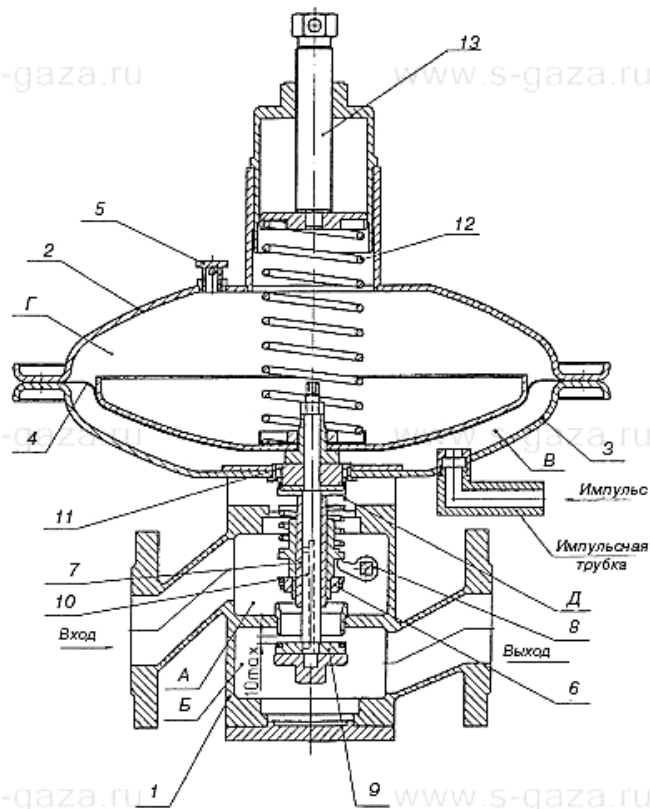
Регулятор по исполнению регулирующего механизма является астатичным, по схеме регулирования — прямого действия — «после себя», «нормально открытым».

Корпус регулятора 1 (Рис.4.10) разделен перегородкой на две полости, высокого давления А и низкого В. Две крышки 2 и 3 образуют полости В и Г, разделенные мембраной 4. Полость Г через сапун 5 сообщается с атмосферой, полость В — через импульсную трубку с трубопроводом низкого давления.

Внутри корпуса регулятора находится предохранительный клапан 6, который перемещается по наружной поверхности направляющей 7. Клапан открывается при помощи рычага 8.

Газ поступает во входной патрубке регулятора и далее в полость высокого давления А корпуса 1. Воздействуя на клапан регулятора 9 (предохранительный клапан открыт), он создает усилие, направленное на движение штока 10 вниз, т. е. на увеличение зазора между клапаном и седлом. Одновременно через

отверстие в штоке газ попадает в полость Д и, воздействуя на манжету 11, создает усилие, направленное на движение штока вверх, т. е. на уменьшение зазора между клапаном и седлом.



- 1 — корпус регулятора; 2, 3 — крышки;
4 — мембрана; 5 — сапун;
6 — предохранительный клапан;
7 — направляющая; 8 — рычаг;
9 — клапан регулятора; 10 — шток;
11 — манжета; 12 — пружина; 13 — винт

Рис.4.10. Устройство регулятора РДГПК-50

Из полости высокого давления А через седло клапана газ поступает в полость низкого давления Б и далее в трубопровод низкого давления.

Из трубопровода низкого давления через импульсную трубку газ поступает в подмембранную полость В, где, воздействуя на мембрану 4, создает усилие, направленное на перемещение штока вверх.

За счет разности усилий, создаваемых газом в области высокого и низкого давления, направленных на перемещение штока 10, а также за счет усилия, создаваемого пружиной 12 при завинчивании или отвинчивании винта 13, между клапаном 9 и седлом создается зазор, который обеспечивает необходимую производительность и выходное давление регулятора.

5. Порядок проведения работы

1. Ознакомиться с литературой, наиболее полно отражающей номенклатуру, выбор и принцип работы регуляторов давления газа.

2. Представить отчёт по работе, который должен содержать основы теории устройства и особенностям работы регуляторов давления газа.

6. Контрольные вопросы

1. Что называется регулятором давления прямого действия?
2. Назовите основные элементы регуляторов давления прямого действия.
3. Назовите наиболее распространённые регуляторы давления газа. Каков принцип их работы?
4. Расскажите об устройстве и принципе действия РДБК-1.
5. Расскажите об устройстве и принципе действия РГК-50.
6. Под действием каких сил находится чувствительный элемент регулятора РДБК-1?

Лабораторная работа №5

НАСТРОЙКА И ИСПЫТАНИЕ РЕГУЛЯТОРА ДАВЛЕНИЯ ГАЗА

Цель работы:

- ознакомиться с конструкцией и принципом действия регулятора газа комбинированного РГК-50;
- провести испытания регулятора давления, определив:
 - его пропускную способность в зависимости от перепада давлений на регуляторе;
 - колебание давления газа после регулятора при изменении расхода газа через него.

1. Основные термины и определения

В основе процесса регулирования давления газа лежит зависимость давления от количества газа, находящегося в газопроводе. Увеличение количества газа в газопроводе вызывает возрастание его давления, а уменьшение – падение давления. Поддержание постоянства давления в газопроводе обеспечивается равенством между количеством газа, поступающего в газопровод и отбираемого из него. Равенство это достигается соответствующим изменением величины проходного сечения специального устройства, через которое газ поступает в газопровод. Такой метод регулирования количества газа называется *дресселированием* потока. При этом наряду с изменением количества газа происходит также снижение его давления.

Для автоматизации процесса регулирования давления газа открытие и закрытие дроссельного органа связывается с изменением величины регулируемого давления газа через передаточный механизм, который воздействует на привод дроссельного органа, вызывая необходимое изменение его проходного сечения, соответствующее изменению расхода газа.

Регуляторы давления являются важным элементом ГРП и ГРУ, осуществляющим снижение давления газа и поддержание его на заданном уровне.

Регулятором давления принято называть устройство, автоматически поддерживающее (стабилизирующее) рабочее давление в газопроводе на заданном уровне путем изменения количества газа, протекающего через регулирующий клапан.

2. Устройство регулятора давления газа, комбинированного, РГК 150

Регулятор давления газа, комбинированный, РГК 50, с задатчиком управления и предохранительно-запорным клапаном предназначен для редуцирования и поддержания заданного давления природных, искусственных, углеводородных и других неагрессивных газов, для автоматического перекрытия подачи газа при выходе контролируемого (выходного) давления за установленные верхний и нижний пределы.

Регулятор РГК-50-02 (Рис.5.1) состоит из корпуса 1, с входным и выходным патрубками, крышек 2 и 3, задатчика управления 4, дросселей 5 и 6, механизма настройки предохранительно-запорного клапана (ПЗК) 7, импульсных трубок 8 и 9, перепускной трубки 10.

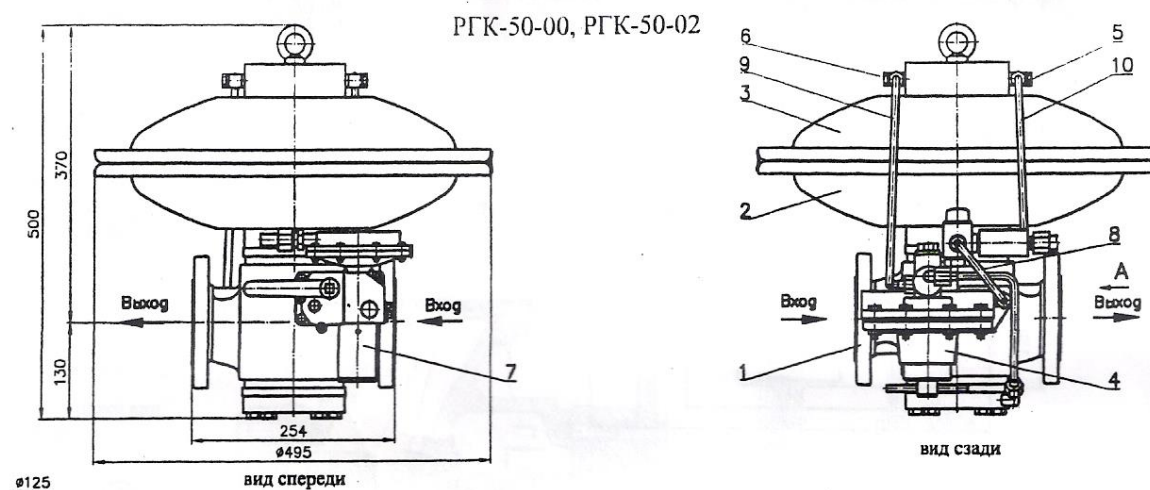


Рис. 5.1. Регулятор давления газа, комбинированный, РГК-50-02, с задатчиком управления и предохранительно-запорным клапаном

В корпусе регулятора 1 (Рис.5.2) установлена втулка 2, нижняя часть которой является седлом клапана регулятора 3, верхняя – седлом предохранительно-запорного клапана 4.

Клапан регулятора представляет собой поршень, движущийся в направляющей 5 вместе со штоком 6. Максимальный ход клапана регулятора равен 14 мм. Отверстия в клапане предназначены для выравнивания усилий, действующих на открытие и закрытие клапана.

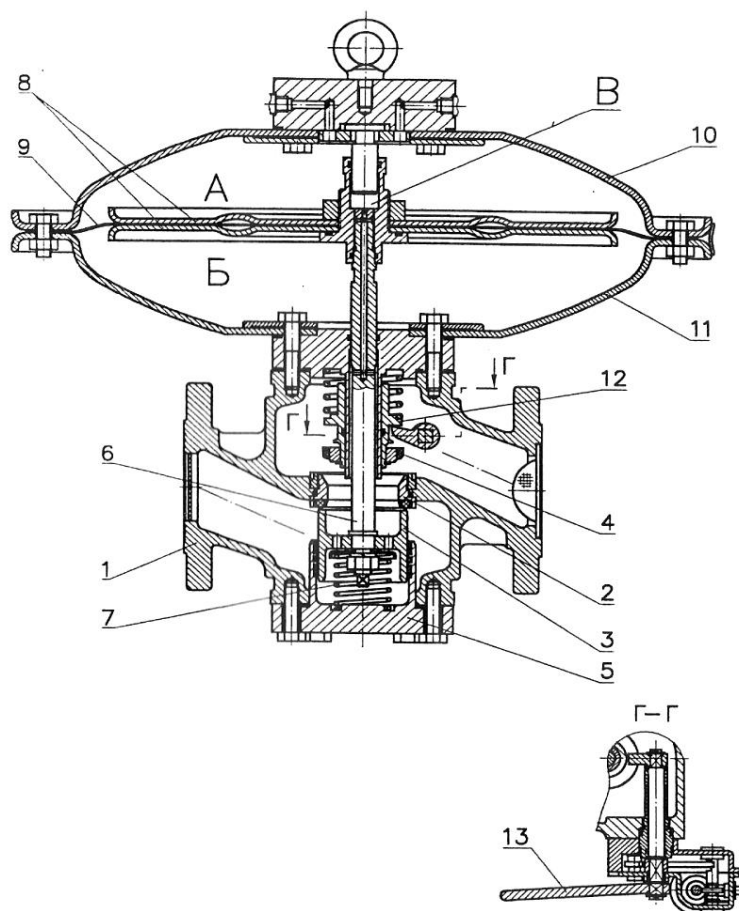


Рис. 5.2. Конструктивное решение регулятора РГК-50-02.

Пружина 7 предназначена для закрытия клапана до поступления управляющего сигнала. Шток 6 жестко соединен с тарелками 8 и мембраной 9. Мембрана 9 разделяет объем, образованный крышками 10 и 11 на плоскости А и Б. В плоскость А поступает управляющий сигнал, в плоскость Б импульс выходного давления.

Через отверстия в штоке импульс от входного давления попадает в полость В, где создаются усилия, компенсирующие колебания входного давления.

Предохранительно-запорный клапан установлен на втулке 12, которая перемещается от крайнего нижнего положения «Закрыто» до крайнего верхнего положения «Открыто». Клапан закрывается автоматически, открывается вручную при помощи рукоятки 13, установленной в механизме настройки ПЗК.

Механизм настройки ПЗК (Рис.5.3) состоит из корпусов 1 и 2, крышек верхней 3 и нижней 4. Крышки 3 и 4 с мембраной 5, тарелкой 6, штоком 7, роликом 8, регулировочными пружинами 9 и 10 образуют регулировочное устройство механизма настройки ПЗК. Рукоятка взвода 17 установлена на вращающейся оси 18.

При вращении рукоятки по часовой стрелке до горизонтального положения рычаг 13 приподнимает анкер 14, который входит в зацеп с осью 15, т.е. клапан открылся.

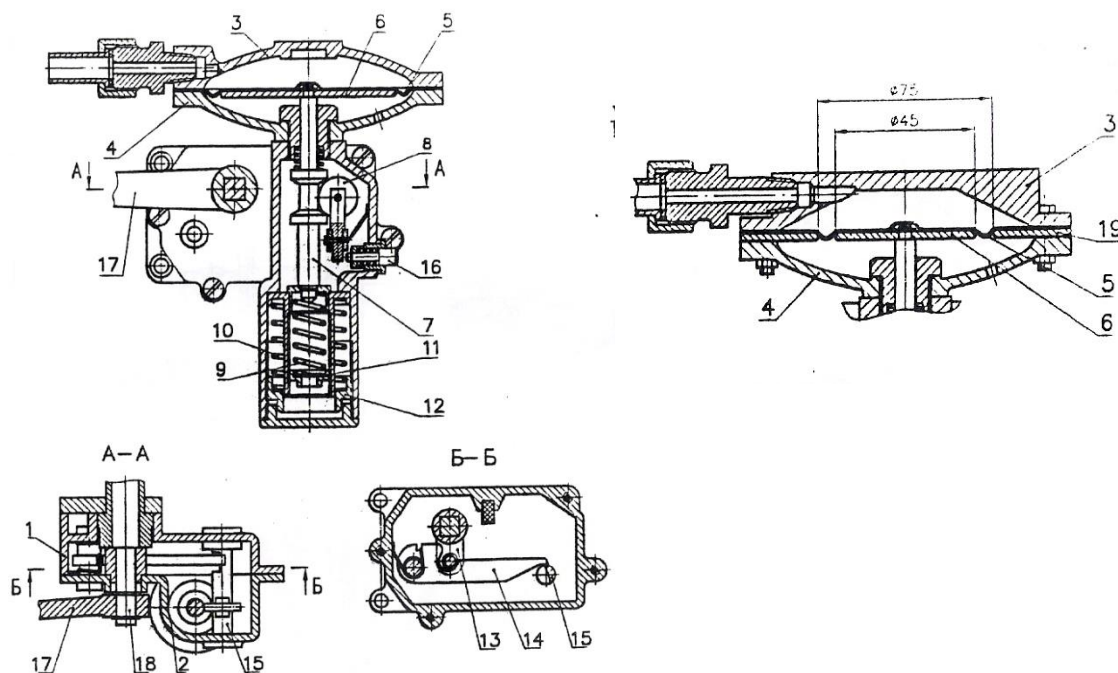


Рис. 5.3. Механизм настройки ПЗК регулятора

3. Работа механизмов регулятора:

Газ (Рис.5.4) через входной патрубок подается в регулятор и через штуцер на задатчик управления ЗУ (пилот). Регулировочным стаканом ЗУ создается давление управления. По импульсному трубопроводу давление управления подается в надмембранную полость А, где воздействуя на регулировочную мембрану создает усилие для перемещения клапана регулятора вниз, т.е. создает кольцевой зазор между седлом и клапаном, где происходит дросселирование газа, уменьшение давления до номинального значения.

Для поддержания выходного (номинального) давления на постоянном уровне подмембранная полость Б соединена импульсным трубопроводом с выходным трубопроводом. При изменении расхода в системе изменяется выходное давление, которое, воздействуя на регулировочную мембрану, изменяет усилие для перемещения клапана, т.е. поддерживает постоянный кольцевой зазор.

По импульсному трубопроводу, от импульсного штуцера регулятора, газ поступает в надмембранную полость ЗУ. Изменение выходного давления регулятора влечет за собой изменение давления управления, которое в свою очередь, поступая в полость А и воздействуя на регулировочную мембрану, изменяет усилие для перемещения клапана, т.е. поддерживает постоянный кольцевой зазор.

Каждому значению выходного давления соответствует определенное значение давления управления.

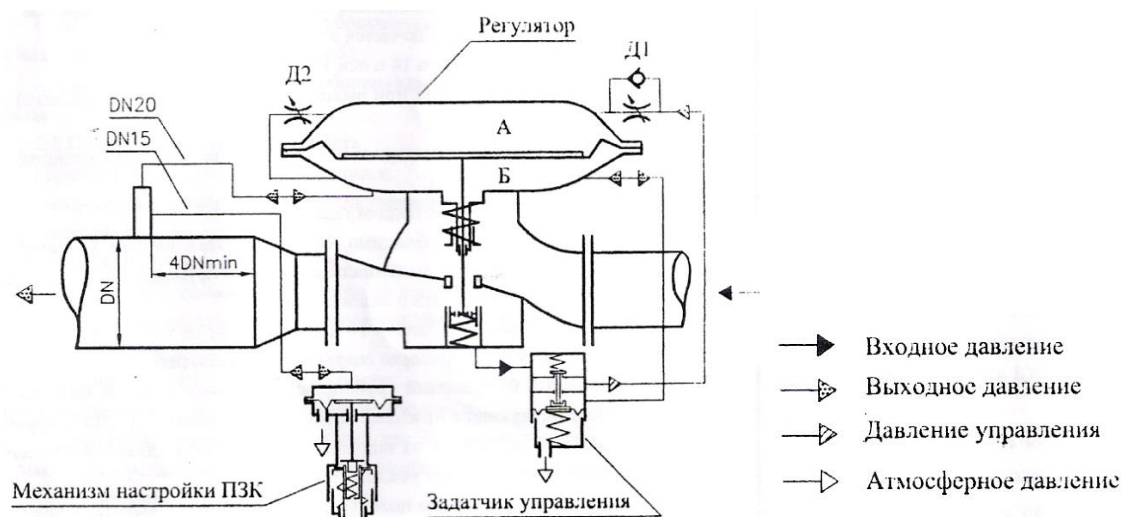


Рис. 5.4. Схема работы регулятора РГК-50

Дроссель Д1 предназначен (Рис.5.4 позиция 6) предназначен для устранения колебаний выходного давления. Дроссель Д2 (Рис.5.4 позиция 5) предназначен для перепуска давления управления из полости А в полость Б при настройке выходного давления от большего значения на меньшее. При запуске регулятора дроссель Д2 должен быть приоткрыт на 3-4 оборота. При установившемся режиме работы регулятора дроссель должен быть прикрыт.

Механизм настройки ПЗК, рисунок 5.4, предназначен для фиксации затвора в открытом положении при нормальной работе регулятора, а при выходе контролируемого давления за установленные пределы – перекрытия подачи газа.

Настройка механизма заключается в следующем:

- проверка зацепа-анкера 14 и оси 15;
- проверка срабатывания при выходе контролируемого (выходного) давления за нижний предел;
- проверка срабатывания при выходе контролируемого (выходного) давления за верхний предел;
- аварийное перекрытие подачи газа.

Для проверки зацепа необходимо, без подачи газа, винтом 12 максимально сжать пружину 10, а винтом 11 максимально ослабить пружину 9. При повороте рукоятки 18. анкер 14 должен войти в зацеп с осью 15.

При нажатии кнопки 16, анкер 14 должен выйти из зацепа, т.е. затвор должен перекрыть подачу газа (проверка аварийного перекрытия).

Подавая через импульсный трубопровод в надмембранную полость А газ, давлением соответствующим нижнему пределу срабатывания, усилить пружину 9, вращением винта 10 до выхода из зацепа анкера. Значение давления нижнего предела срабатывания определяется усилием пружины 9.

Подавая в надмембранную полость А газ, давлением соответствующим верхнему пределу срабатывания, вращением винта 12, ослабить пружину 10 до выхода из зацепа анкера. Значение давления верхнего предела срабатывания определяется усилием пружины 10.

4. Порядок выполнения работы

Природный газ в данной работе имитируется воздухом.

1. Сжатый воздух после компрессора поступает в ресивер, который предназначен для выравнивания давления. Далее воздух проходит через регулятор давления. Высокое давление после компрессора замеряется манометром. После регулятора давления газ низкого давления, значение которого контролируют по манометру, проходит далее к регулируемому крану, изменяя сопротивление которого, можно имитировать изменение нагрузки газоиспользующей сети.

2. Включить компрессор. Величина давления воздуха после компрессора контролируется манометром и не должна превышать 0,6 МПа.

3. Кран перед регулятором должен быть закрыт.

4. Перед пуском газа (воздуха) регулировочный стакан ЗУ (пилота) должен быть вывернут, рычаг ПЗК опущен, вследствие чего основной клапан регулятора и клапан ПЗК закрыты.

5. Установить входное давление в газопроводе перед регулятором $P_1 = 0,4$ МПа, контролировать величину давления по манометру.

6. Открытие предохранительно-запорного клапана 4 (Рис. 5.2) производится путем подъема рукоятки 13 до горизонтального положения. При этом предварительно открывается перепускной клапан, который поднимает давление на выходном патрубке до рабочего, после чего производится открытие основного клапана (**запорное устройство на выходном трубопроводе при открытии клапана ПЗК должно быть закрыто**).

7. При вращении рукоятки по часовой стрелке до горизонтального положения рычаг 13 приподнимает анкер 14, который входит в зацеп с осью 15, т.е. клапан открылся.

8. Газ через входной патрубок подается в регулятор и через штуцер на датчик управления ЗУ (пилот). Регулировочным стаканом ЗУ создать давление управления, установить давление после регулятора $P_2 = 0,3$ МПа. Давление P_2 контролировать по манометру, установленному на газопроводе после регулятора.

9. Определение колебаний давления газа при изменении выходных параметров. Испытание регулятора заключается в изменении нагрузки сети. Установить

по входному манометру давление перед РГК $P_1 = 0,4$ МПа. Установить давление газа после регулятора $P_2 = 0,25$ МПа. После наступления установившегося режима прикрыть регулирующий кран. Регулятор давления должен автоматически скорректировать $P_2 \approx 0,25$ МПа. Засечь промежуток времени, за который установится стабильный режим давления, и установившееся давление P_2 .

10. В течение опыта контролировать давление P_1 . Провести аналогичные опыты еще три-четыре раза. Результаты свести в таблицу 5.1.

11. Вычислить среднее отклонение регулируемого давления.

Таблица 5.1

Измеряемые величины	Начальные параметры	Номер опыта				
		1	2	3	4	5
Давление газа перед регулятором P_1 , МПа						
Установившееся давление газа после регулятора P_2 , МПа						
Время, за которое устанавливается давление P_2 , сек						

12. Определение пропускной способности регулятора при изменении перепада давления на нем (т.е. при изменении давления газа до и после регулятора). При определении пропускной способности расчетным путем исходят из того, что условия протекания газа через регулирующий орган аналогичны условиям протекания газа через сужающееся отверстие; поэтому расчет дроссельных органов производится по формулам, в основе которых лежит теория истечения из отверстий и сопел.

Определение пропускной способности производится в предположении адиабатического истечения газа через седельные отверстия и для полностью открытого клапана. При этом следует учитывать, что режим работы регулятора зависит от перепада давления ΔP в дроссельном органе, т.е. от величины отношения давления после регулятора P_2 к давлению до регулятора P_1 (МПа). При малых перепадах происходит докритическое истечение газа, а при определенном ΔP наступает критическое, когда скорость газа равна скорости звука в газовой среде.

Критическое отношение давлений β_k при истечении зависит от показателя адиабаты K

$$\beta_k = \frac{P_k}{P_1} = \left(\frac{2}{K+1} \right)^{\frac{K}{K-1}} \quad (5.1)$$

где P_k – критическое давление.

В свою очередь, $K = \frac{i+2}{i}$, где i – число степеней свободы молекул; для двухатомных газов $i = 5$, трех- и многоатомных – $i = 6$.

Для воздуха: $K = 1,4$; $\beta_k = 0,528$; для природного газа $K = 1,3$; $\beta_k = 0,55$.

Таким образом, регулятор будет работать в докритическом режиме, когда $\Delta P = P_2/P_1 > 0,55(0,528)$, и в критическом, когда $\Delta P = P_2/P_1 < 0,55(0,528)$.

При определении пропускной способности в первом случае сжимаемостью газа можно пренебречь, а во втором сжимаемость газа, а следовательно, изменение его плотности необходимо учитывать.

13. Пропускная способность регуляторов давления РГК-50 определяется по формуле:

$$V = 1595 \cdot f \cdot \mu \cdot P_1 \cdot \varphi \cdot \sqrt{\frac{1}{\rho_0}} \quad (5.2)$$

где P_1 – абсолютное давление газа на входе в регулятор, МПа;

$f = 8,5$ – площадь седла клапана, см²;

$\mu = 0,5$ – коэффициент расхода;

φ – коэффициент, зависящий от отношения давлений ΔP и определяемый по формуле:

$$\varphi = \sqrt{\frac{K}{K-1} \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{2}{K}} - \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{K+1}{K}} \right]} \quad (5.3)$$

где P_2 – абсолютное давление газа на выходе из регулятора, МПа; нормальное атмосферное давление составляет 0,1 МПа;

K – показатель адиабаты, для природного газа $K = 1,32$;

ρ_0 – плотность газа при нормальных условиях, кг/м³.

При определении пропускной способности регулятора давления по формуле (5.2) необходимо знать полное давление газа до и после регулятора, а также температуру поступающего газа.

14. Результаты свести в таблицу 5.2.

Таблица 5.2

Входное давление P_1 , МПа	Выходное давление P_2 , МПа	Перепад давлений на регуляторе $\Delta P = P_2/P_1$	Абсолютное давление газа на входе в регулятор P_1 , МПа	Абсолютное давление газа на выходе из регулятора P_2 , МПа	Коэффициент φ	Пропускная способность регулятора V , м ³ /ч

Лабораторная работа №6

НАСТРОЙКА И ИСПЫТАНИЕ РЕГУЛЯТОРА ДАВЛЕНИЯ ГАЗА С ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫМ КЛАПАНОМ РДГПК-50

Цель работы: Произвести настройку и пуск регулятора давления прямого действия с предохранительным клапаном РДГПК-50.

1. Основные термины и определения

В основе процесса регулирования давления газа лежит зависимость давления от количества газа, находящегося в газопроводе. Увеличение количества газа в газопроводе вызывает возрастание его давления, а уменьшение – падение давления. Поддержание постоянства давления в газопроводе обеспечивается равенством между количеством газа, поступающего в газопровод и отбираемого из него. Равенство это достигается соответствующим изменением величины проходного сечения специального устройства, через которое газ поступает в газопровод. Такой метод регулирования количества газа называется *дросселированием* потока. При этом наряду с изменением количества газа происходит также снижение его давления.

Для автоматизации процесса регулирования давления газа открытие и закрытие дроссельного органа связывается с изменением величины регулируемого давления газа через передаточный механизм воздействует на привод дроссельного органа, вызывая необходимое изменение его проходного сечения, соответствующее изменению расхода газа.

Регуляторы давления являются важным элементом ГРП и ГРУ, осуществляющим снижение давления газа и поддержание его на заданном уровне.

Регулятором давления принято называть устройство, автоматически поддерживающее (стабилизирующее) рабочее давление в газопроводе на заданном уровне путем изменения количества газа, протекающего через регулирующий клапан.

В процессе регуляции давления более высокое начальное давление снижается до более низкого. Такой результат достигается в автоматическом режиме, за счет того, что открывается дросселирующий орган регулятора, что приводит к изменению уровня гидравлического сопротивления газовому потоку. Все регуляторы давления подразделяются на два типа: "до себя" и "после себя". Такое разделение основано на расположении в газопроводе контролируемой точки. В состав конструкции автоматического регулятора давления входят регулирующий орган и исполнительный механизм. Главный элемент исполнительного механизма представляет собой чувствительную деталь, предназначенную для сравнения сигналов задатчика и текущего уровня давления среды. Исполнительный механизм способен трансформировать командный сигнал в регулируемую силу и, как результат, приводить к необходимому перемещению подвижной части конструкции регулирующего органа посредством энергии потока газа.

2. Устройство и принцип работы РДГПК-50

Регулятор (см. рис. 6.1) по исполнению регулирующего механизма является астатичным, по схеме регулирования — прямого действия — «после себя», «нормально открытым».

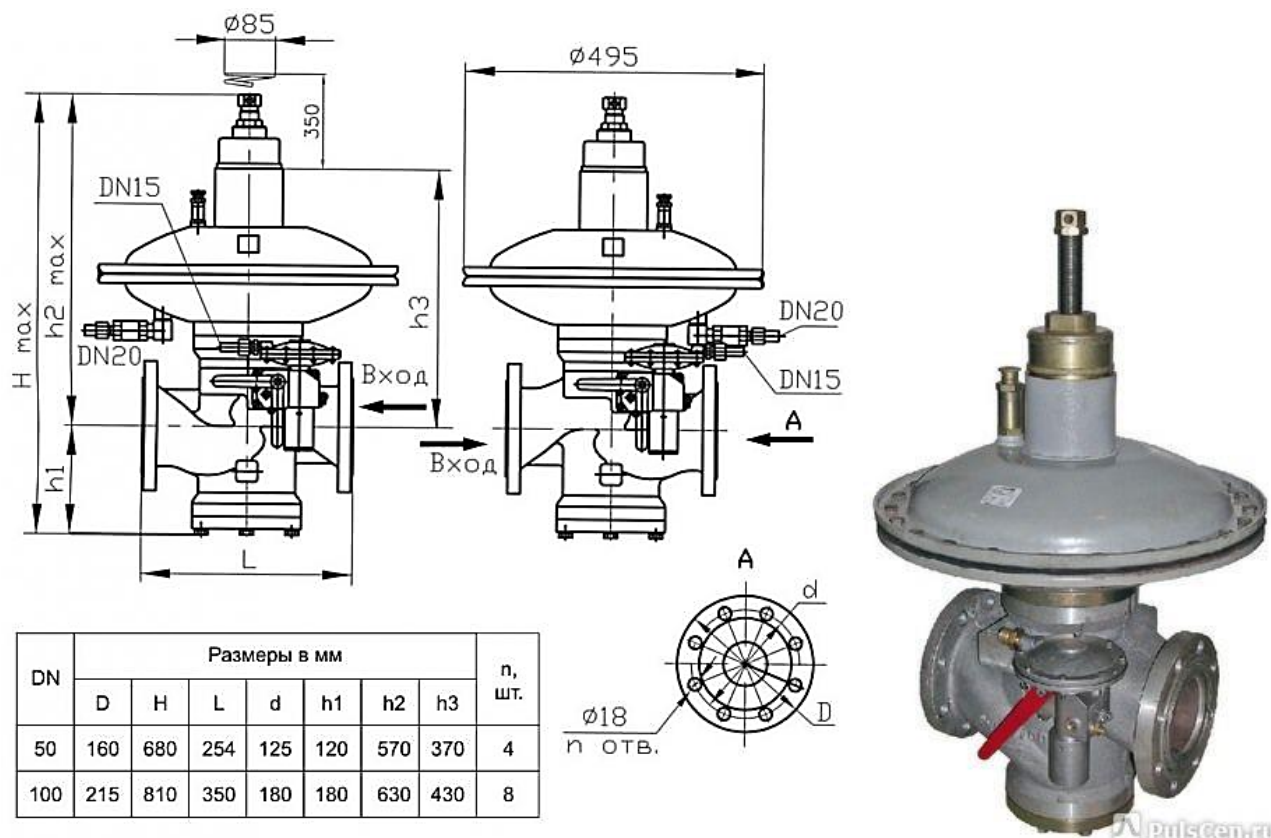


Рис.6.1. Регулятор комбинированный с предохранительным запорным клапаном РДГПК-50

Технические характеристики:

Наименование	Ду, мм	Р _{max} на входе, МПа	Р _{настр.} на выходе, МПа	Lim настройки срабатывания предопр.-зап. клапана, % от Р _{выхн} >		Мах пропуск. способность м ³ /ч, не	Габаритные размеры, мм			Масса, кг
				нижний	верхний		L	H	W	
РДГПК-50	50	1,2	0,0016-0,016	50	125	6000	254	688	495	45

Корпус регулятора 1 разделен перегородкой на две полости, высокого давления А и низкого Б. Две крышки 2 и 3 образуют полости В и Г, разделенные мембраной 4. Полость Г через сапун 5 сообщается с атмосферой, полость В — через импульсную трубку с трубопроводом низкого давления.

Внутри корпуса регулятора (см. рис. 6.2) находится предохранительный клапан 6, который перемещается по наружной поверхности направляющей 7. Клапан открывается при помощи рычага 8.

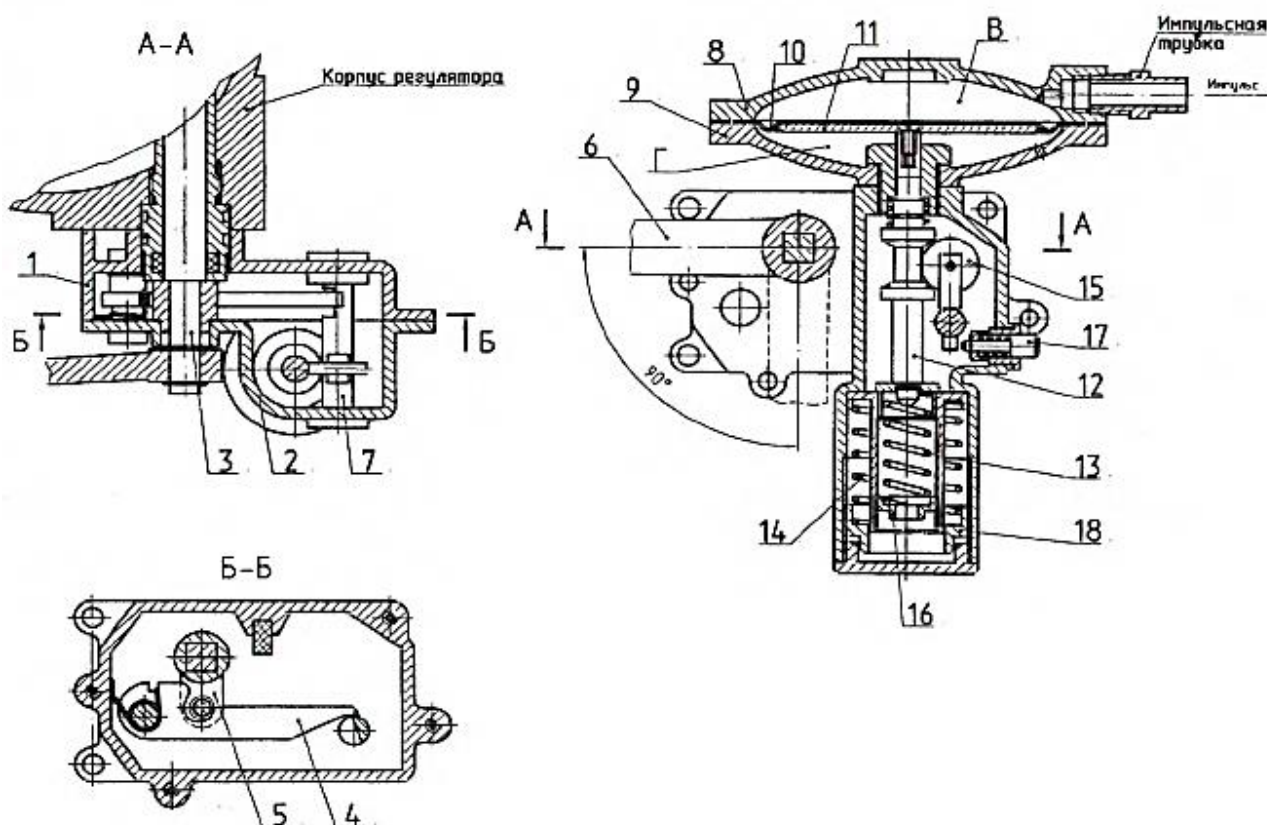


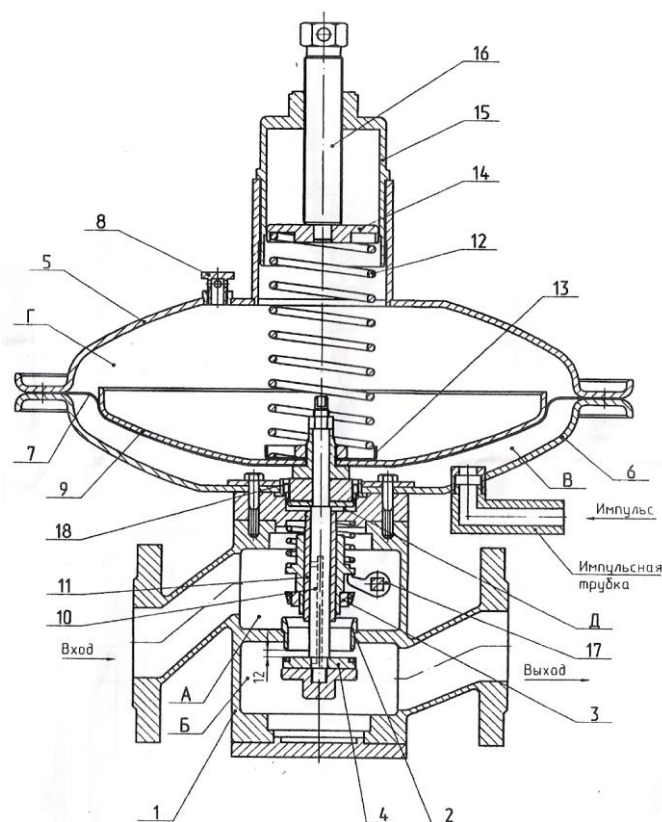
Рис.6.2. Механизм настройки предохранительного клапана.

Газ поступает во входной патрубок регулятора (см. рис.6.3) и далее в полость высокого давления А корпуса 1. Воздействуя на клапан регулятора 9 (предохранительный клапан открыт), он создает усилие, направленное на движение штока 10 вниз, т. е. на увеличение зазора между клапаном и седлом. Одновременно через отверстие в штоке газ попадает в полость Д и, воздействуя на манжету 11, создает усилие, направленное на движение штока вверх, т. е. на уменьшение зазора между клапаном и седлом.

Из полости высокого давления А через седло клапана газ поступает в полость низкого давления Б и далее в трубопровод низкого давления.

Из трубопровода низкого давления через импульсную трубку газ поступает в подмембранную полость В, где, воздействуя на мембрану 4, создает усилие, направленное на перемещение штока вверх.

За счет разности усилий, создаваемых газом в области высокого и низкого давления, направленных на перемещение штока 10, а также за счет усилия, создаваемого пружиной 12 при завинчивании или отвинчивании винта 13, между клапаном 9 и седлом создается зазор, который обеспечивает необходимую производительность и выходное давление регулятора.



1 — корпус регулятора; 2, 3 — крышки; 4 — мембрана; 5 — сапун;
 6 — предохранительный клапан; 7 — направляющая; 8 — рычаг;
 9 — клапан регулятора; 10 — шток; 11 — манжета; 12 — пружина; 13 — винт
Рис.6.3. Регулятор давления газа с предохранительным клапаном РДГПК-50

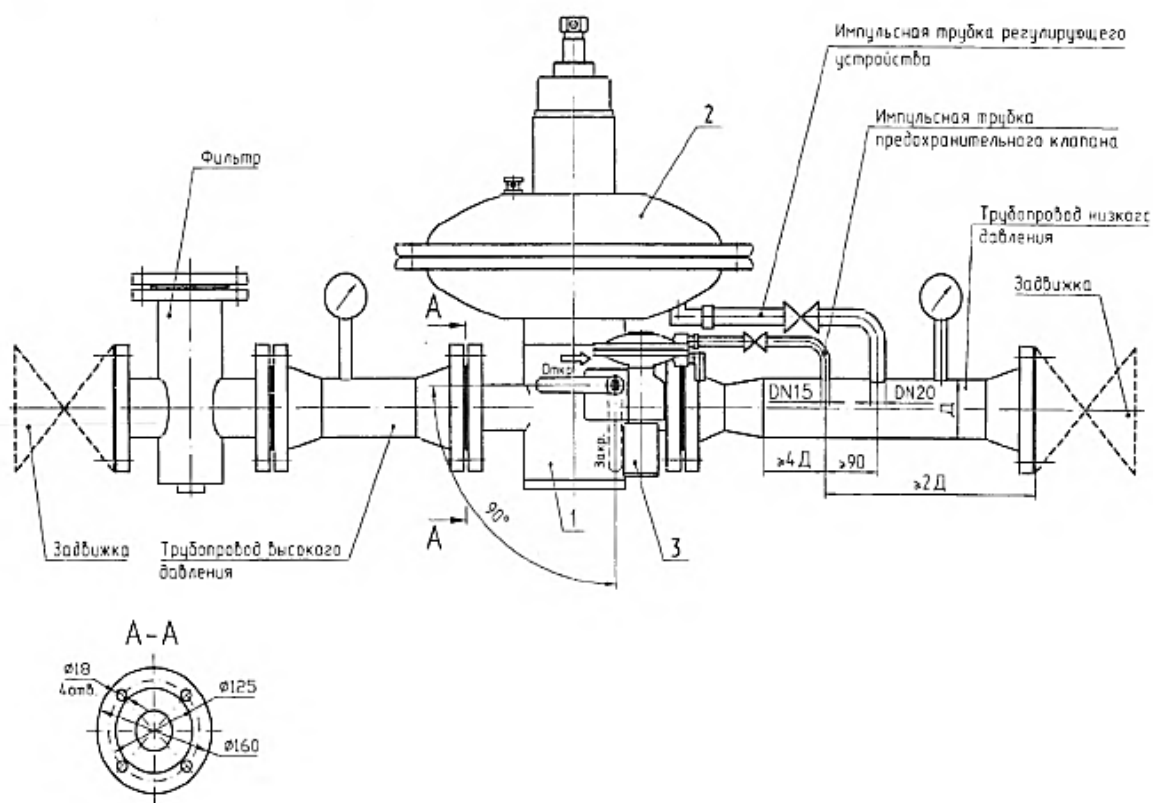


Рис.6.4. Схема установки регулятора давления РДГПК-50 на газопроводе

3. Пуск регулятора в работу

Пуск регулятора в работу производить следующим образом:

1. проверить положение «открыто-закрыто» запорной арматуры системы (ГРП, ГРУ), при необходимости, установить в правильное положение;
2. открыть шаровой кран (задвижку) на входе регулятора;
3. плавно, без рывков, повернуть рукоятку взвода предохранительного клапана по часовой стрелке до появления характерного шипения, т.е. до приоткрытия перепускного устройства предохранительного клапана;
4. удерживать рукоятку взвода в таком положении до прекращения шипения газа, т.е. до момента выравнивания давления до и после регулятора;
5. довернуть рукоятку взвода предохранительного клапана до горизонтального положения, при этом должен прозвучать щелчок, т.е. клапан взведен;
6. открыть КЗМ манометра;
7. медленно открыть шаровой кран (задвижку) после регулятора;
8. проверить значение выходного давления регулятора по манометру, при необходимости подрегулировать.

Внимание! При входном давлении регулятора 1,2 МПа, время работы перепускного устройства увеличивается.

4. Контрольные вопросы

1. Расскажите об устройстве и принципе действия РДГПК-50.
2. Под действием каких сил находится чувствительный элемент регулятора РДГПК-50?
3. Расскажите об устройстве и принципе действия встроенного предохранительно-запорного клапана.
4. Назовите пределы срабатывания ПЗК?
5. Техника безопасности при пуске регулятора РДГПК-50.

Лабораторная работа №7

ИЗМЕРЕНИЕ РАСХОДА ГАЗА ГАЗОВЫМ СЧЕТЧИКОМ ТИПА Г- 6

Цель работы: Ознакомиться с устройством и принципом действий газового счетчика. Определить расход газа при помощи газового счетчика типа Г – 6 и приведение его к нормальным условиям. Измерить расход сжигаемого горелкой газа счетчиком типа Г– 6

1. Основные положения теории

Целью учета расхода газа является определение объема природного газа, проходящего через каждого участника сети газораспределения для проведения взаимных расчетов.

Поскольку проходящие объемы газов измеряются при различных температурах, давлении, плотности, то измеренные объемы газа необходимо привести к единым, постоянным параметрам.

Следует отметить различие, существующее между измерением расхода и количества, и их учетом. В отличие от результатов измерений, всегда содержащих погрешность, учет осуществляется между поставщиком и потребителем по взаимосогласованным правилам.

Различают следующие виды контроля и учета:

1. **Коммерческий контроль и учет**, являющийся наиболее ответственным видом учета. Производится по правилам и документам, имеющим статус юридических норм, регулирующих взаимоотношения между поставщиком и покупателем.

2. **Хозрасчетный контроль и учет**, где учет осуществляется в рамках одного предприятия. Этот вид учета используется для разнесения затрат между подразделениями предприятия при определении себестоимости продукции.

3. **Оперативный контроль**, связанный с получением информации о величине расхода и количества, который используется в системах регулирования и управления технологическим процессом.

Центральными вопросами учета природного газа являются достоверность учета и обеспечение совпадения результатов измерения на узлах учета поставщика и потребителей: приведенный к стандартным условиям объем газа, отпущенный поставщиком, должен быть равен сумме приведенных к стандартным условиям объемов газа, полученных всеми потребителями. Последняя задача называется сведением балансов в пределах устойчивой структуры газораспределения.

Счётчик газа — прибор учёта, предназначенный для измерения количества (чаще — объёма, реже — массы) прошедшего по газопроводу газа. Соответственно, количество газа, как правило, измеряют в кубических метрах (м³), редко — в единицах массы, килограммах или тоннах (в основном — технологических газов).

Классификация счётчиков газа по их пропускной способности:

- **Бытовые** с максимальной пропускной способностью от 1 до 6 м³/ч. Чаще всего используют в квартирах, домах, офисах, небольших топочных для локального учёта потребления газа. Это, как правило, небольшие мембранные (камерные, диафрагменные), реже ультразвуковые, струйные, небольшие ротационные счетчики газа.

- **Коммунально-бытовые** с максимальной пропускной способностью от 10 до 40 м³/ч. Применяются для учёта потребления газа небольшими котельными, технологическими установками и т. п. Это, как правило, более крупные мембранные (камерные, диафрагменные), ротационные, ультразвуковые, струйные счетчики газа.

- **Промышленные** с максимальной пропускной способностью свыше 40 м³/ч. В основном используются на узлах учёта крупных потребителей — газовых котельных, промышленных и сельхозпредприятий, узлах учёта газораспределительных сетей (ротационные, турбинные, вихревые, ультразвуковые, струйные счетчики газа), на магистральных сетях (сужающие устройства, турбинные, вихревые, ультразвуковые счетчики газа).

Мембранный счетчик (диафрагменный, камерный) — самый распространённый тип счетчика газа. Первый патент на прибор такого типа был получен в Англии в 1844 году. Счетчик механического типа. Принцип действия основан на перемещении подвижных мембран камер при поступлении газа в прибор. Впуск и выпуск газа вызывает попеременное перемещение мембран и через комплекс рычагов и редуктор приводит в действие счётный механизм.

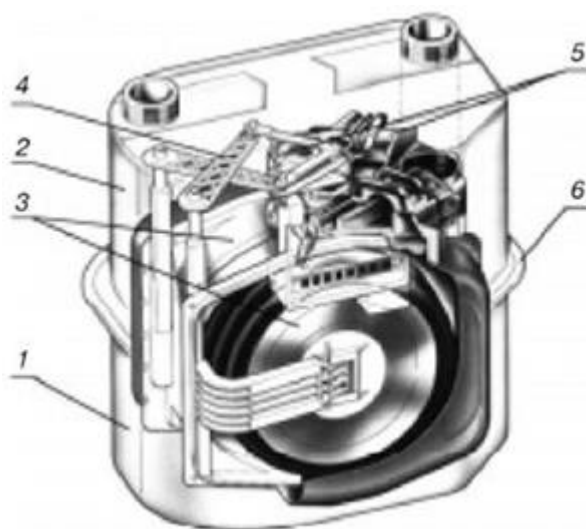
Счётчики этого типа применяются для максимальных расходов $V_{\text{макс}}$ от 2,5 до 100 м³/ч. Бытовые мембранные счетчики газа предназначены для измерения количества природного газа или паров сжиженного углеводородного газа, а так же других неагрессивных газов, применяемых в бытовых и производственных целях, прошедшего через них потребителю.

Направление потока газа указано стрелкой на корпусе счетчика. Счетчики газа соответствуют требованиям технических условий СТБ 1159-99 и международных рекомендаций МОЗМ № 6; № 31.

Диафрагменный счетчик (рис. 7.1) состоит из корпуса 1, крышки 2, измерительного механизма 3, кривошипно-рычажного механизма 4, связывающего подвижные части диафрагм (мембран) с верхними клапанами 5 газораспределительного устройства, седел клапана (нижняя часть распределительного устройства) и счетного механизма.

Корпус и крышка счетчика могут быть:

- стальными, штампованными с покрытием против коррозии и искрообразования. Соединение стального штампованного корпуса и крышки осуществляется посредством герметизирующего материала и стяжной полосы 6 (см. рис. 7.1), которые обеспечивают плотное прилегание двух частей друг к другу;



1 — корпус; 2 — крышка; 3 — измерительный механизм; 4 — кривошипно-рычажный механизм; 5 — верхние клапаны газораспределительного устройства; 6 — стяжная полоса

Рис. 7.1. Бытовой мембранный счетчик типа Г – 6.

• алюминиевыми, литыми. Корпус и крышка счетчика в алюминиевом исполнении герметично закрываются при помощи специальных прокладок и комплекта винтов, один из винтов выполнен пломбой. Детали и узлы измерительного механизма для мембранных счетчиков изготавливают из пластмасс. Применение пластмассовых измерительных механизмов значительно снижает себестоимость продукции, увеличивает стойкость к воздействию химических компонентов, находящихся в газах, значительно уменьшает коэффициент трения в движущихся частях счетчика.

В зависимости от конструкции и объемов измеряемого газа измерительный механизм может состоять из двух или четырех камер.

Принцип измерения:

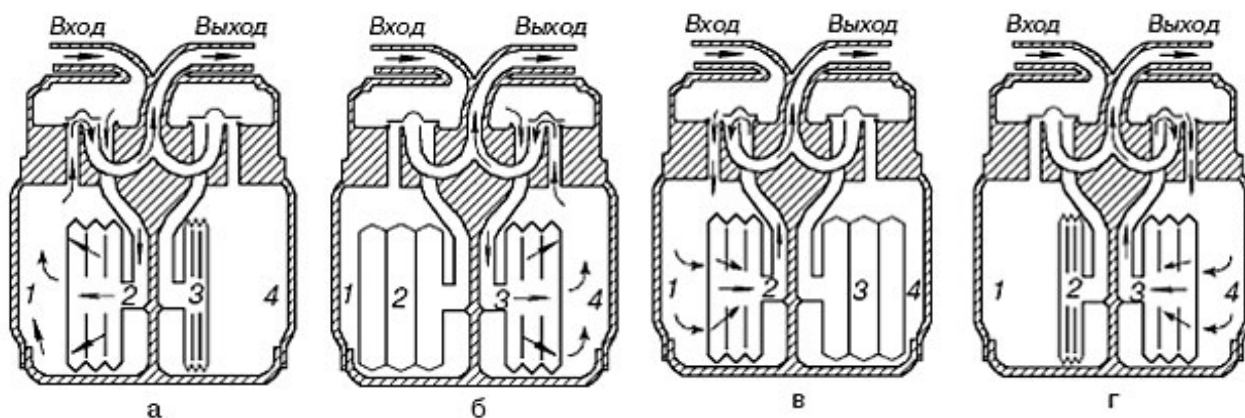


Рис.7.2. Принципиальная схема работы диафрагменного счетчика.

1) измеряемый поток газа через входной патрубок поступает в верхнюю полость корпуса и далее через открытый клапан в камеру 2. Увеличение объема газа в камере 2 вызывает перемещение диафрагмы и вытеснение газа из камеры 1

на выход из щели седла клапана и далее в выходной патрубок счетчика. После приближения рычага диафрагмы к стенке камеры 1 диафрагма останавливается в результате переключения клапанных групп. Подвижная часть клапана камер 1 и 2 полностью перекрывает седла клапанов этих камер, отключая этот камерный блок.

2) Клапан камер 3 и 4 открывает вход газа из верхней полости корпуса счетчика в камеру 3, наполняет ее, что вызывает перемещение диафрагмы и вытеснение газа из камеры 4 в выходной патрубок через щели в седле клапана. После приближения рычага диафрагмы к стенке камеры 4 диафрагма останавливается в результате отключения клапанного блока камер 3, 4.

3) Клапан камер 1, 2 открывает вход газа из верхней полости корпуса счетчика в камеру 1. При подаче газа в камеру 1 диафрагма 1, 2 перемещается, вытесняя газ из камеры 2 в выходной парубок через щели в седле клапана. После приближения рычага диафрагмы к стенке камеры 2 диафрагма останавливается в результате отключения клапанного блока камер 1, 2.

4) Клапан камер 3, 4 открывает вход газа из верхней полости корпуса счетчика в камеру 4. При подаче газа в камеру 4 диафрагма 3, 4 перемещается и вытесняет газ из камеры 3 в выходной патрубок через щели в седле клапана. После приближения рычага диафрагмы к стенке камеры 3 диафрагма останавливается в результате отключения клапанного блока 3, 4.

Процесс повторяется периодически. Счетный механизм подсчитывает число ходов диафрагм (или число циклов работы измерительного механизма n). За каждый цикл вытесняется объем газа $V_{ц}$, равный сумме объемов камер 1, 2, 3, 4. Один полный оборот выходной оси измерительного механизма соответствует 16-ти циклам.

Объем газа $V_{зам}$, $м^3$, замеренный за время, τ , мин., определяется по разности показаний газового счетчика в конце и в начале опыта по формуле:

$$V_{зам} = (m_2 - m_1), \quad (7.1)$$

где m_2 , m_1 – соответственно, показания газового счетчика в конце и в начале опыта. Замеренный объем газа приводится к нормальным условиям, т.е. к температуре $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и давлению $101,3\text{ КПа}$ (760 мм рт. ст.) по формуле:

$$V = V_{зам} \cdot \frac{(P_{бар} - P_r)}{101,3} \cdot \frac{273}{273 + T_r}, \quad (7.2)$$

где $P_{бар}$ – среднее барометрическое давление за период испытания, КПа ;

P_r – среднее давление газа в газовом счетчике в начале и в конце опыта, КПа ;

T_r – средняя температура газа за время опыта, $^{\circ}\text{C}$.

Секундный расход газа V_c , $м^3/\text{с}$, определяется по формуле:

$$V_c = \frac{V_{норм}}{\tau}, \quad (7.3)$$

2. Порядок проведения работы

1. Произвести измерение атмосферного давления P_0 (кПа), давления газа в счетчике $P_г$ (кПа), температуры газа $t_г$ (0°C), продолжительность опыта $\tau_{\text{мин}}$ и отсчет показаний газового счетчика в начале опыта (m_1) и в конце опыта (m_2).
2. На основе данных измерений определить:
 - замеренный объем газа $V_{\text{зам}}$ за $\tau_{\text{мин}}$ по выражению (7.1);
 - приведенный к нормальным условиям замеренный объем газа V по выражению (7.2);
 - секундный расход газа V_c по выражению (7.3).
3. Результаты измерений и вычислений свести в таблицу 7.1.

Таблица 7.1

№ п/п	m_1	m_2	$P_{\text{бар}}, \text{кПа}$	$P_г, \text{кПа}$	$T_г, ^{\circ}\text{C}$	$\tau, \text{мин}$	$V_{\text{зам}}, \text{м}^3$	$V_{\text{норм}}, \text{м}^3$	$V_c, \text{м}^3/\text{с}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3. Контрольные вопросы

1. Какие устройства для измерения расхода газа Вы знаете?
2. На каких методах или явлениях основаны способы измерения расхода?
3. Какие виды контроля и учета Вы знаете?
4. Классификация счётчиков газа по их пропускной способности.
5. Назовите область применения газовых счетчиков мембранного типа.
6. Расскажите принцип измерения газа мембранным счетчиком.

Лабораторная работа №8
ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ГАЗОВЫХ ПЛИТ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ
КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ (КПД)
БЫТОВОЙ ГАЗОВОЙ ПЛИТЫ ПОД НАГРУЗКОЙ

Цель работы: ознакомиться с устройством бытовой газовой плиты, требованиями по обеспечению устойчивой работы газовых горелок и определить коэффициент полезного действия горелки плиты.

1. Конструкция газовой плиты 3200–К2

Газовые плиты классифицируются по качественным показателям – высший класс «а» и «б», первый класс «а» и «б». Плиты высшего класса оснащают автоматическими устройствами для зажигания и отключения горелок и для регулирования температуры духового шкафа. Рассмотрим устройство основных узлов и частей унифицированных газовых плит.

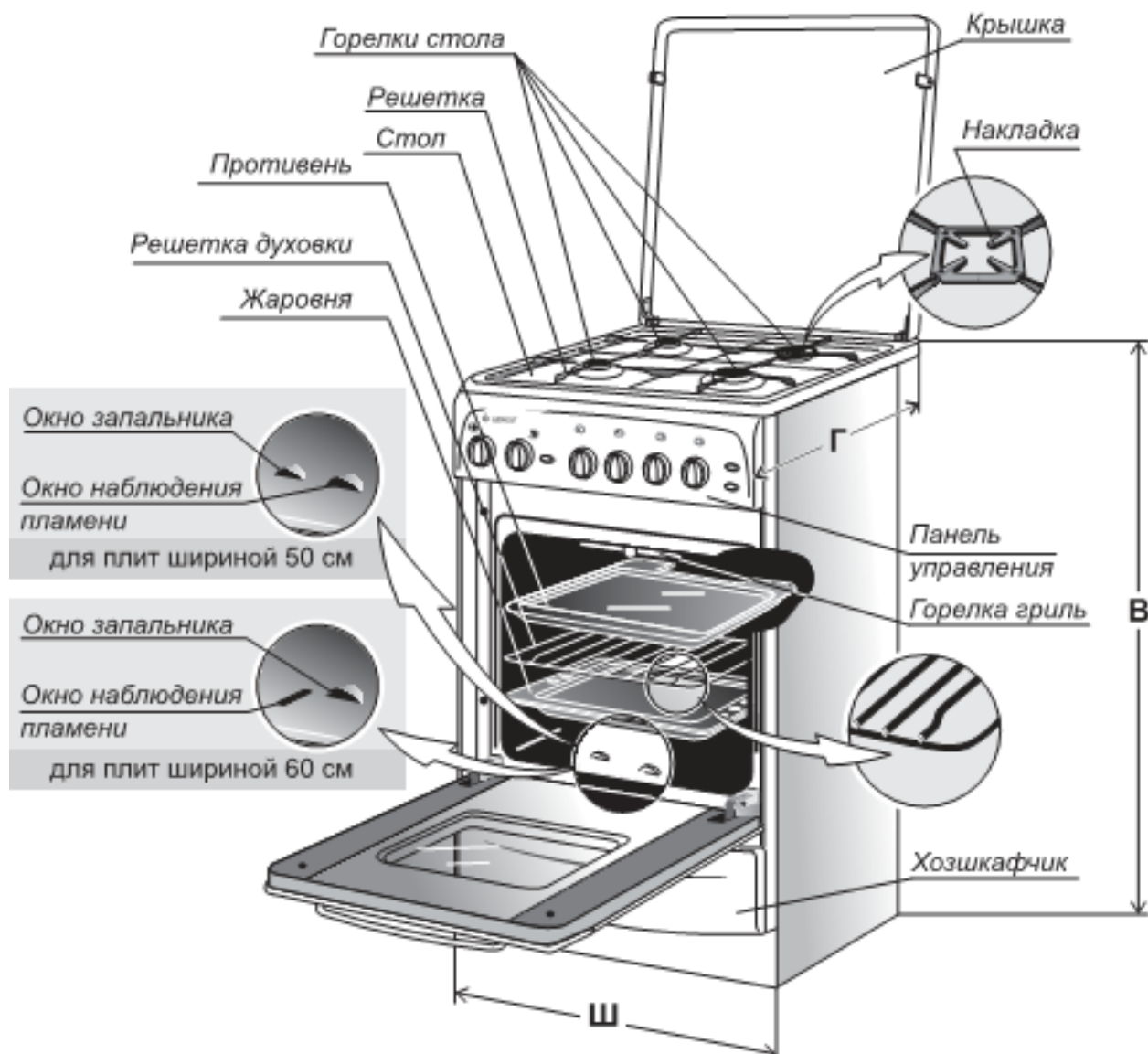


Рис.8.1 Плита газовая 3200-К02

Панель управления

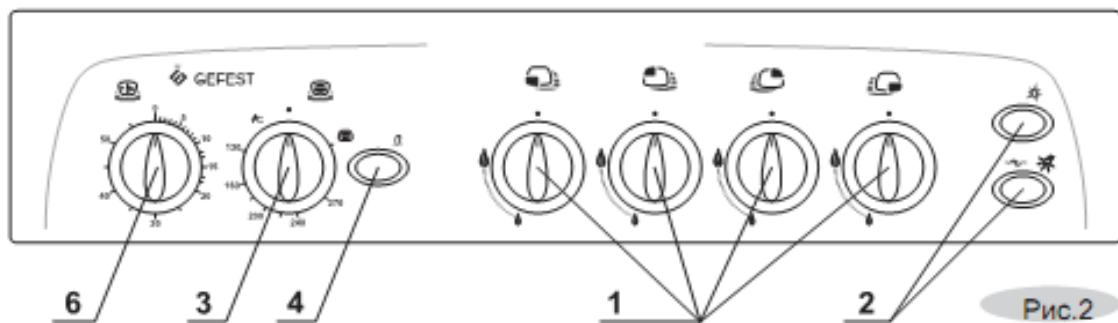


Рис.8.2. Панель плиты с терморегулятором и устройством предохранительным (ТУПом) духовки

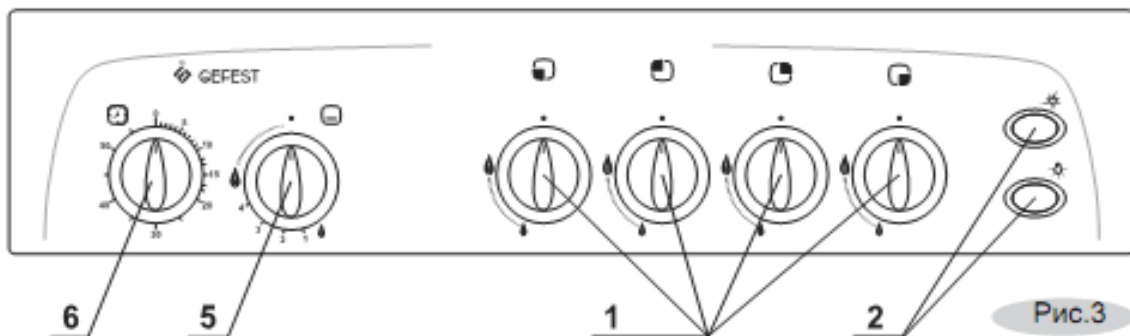


Рис.8.3. Панель плиты с краном безопасности духовки

1. Ручки крана горелки стола.
2. Кнопки электророзжига, включения подсветки духовки и привода вертела.
3. Ручка ТУПа горелок духовки.
4. Кнопка предохранительного устройства ТУПа.
5. Ручка крана горелки духовки.
6. Ручка таймера механического.

Положение горелок на столе схематично изображено возле каждого крана.

Символы:

- Кран закрыт
- 🔥 Максимальное пламя
- 🔥 Малое пламя

Все краны имеют фиксированное положение «малое пламя», обеспечивающее устойчивое горение в экономичном режиме.

Унифицированная газовая плита (рис. 8.1) состоит из следующих основных частей: корпуса, рабочего стола с конфорочными вкладышами, духового шкафа, газовых горелок (конфорочных и для духового шкафа), газораспределительного устройства с кранами.

Детали газовых плит изготовляют из термически и коррозионно стойких и долговечных материалов.

Корпус плиты является несущей конструкцией и одновременно выполняет функции внешнего оформления. Снаружи корпус покрывают защитно-

декоративным слоем керамической эмали, способной противостоять значительным температурным перепадам. На лицевой стороне плиты размещен распределительный щиток с пятью ручками и их указателями.

На задней кромке стола плиты установлена откидная крышка. Конфорочные решетки – прутковые, эмалированные или оксидированные. Духовой шкаф – цельносварной, снабжен съемным дном и подвесками для трех полок.

Отечественные бытовые газовые плиты изготавливают двух-, трех- и четырехконфорочными с духовыми шкафами и без них. 4-конфорочные газовые плиты повышенной комфортности оснащены термоэлектрическим клапаном, терморегулятором и устройством пьезозажигания. Основные технические характеристики наиболее распространенных газовых плит:

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

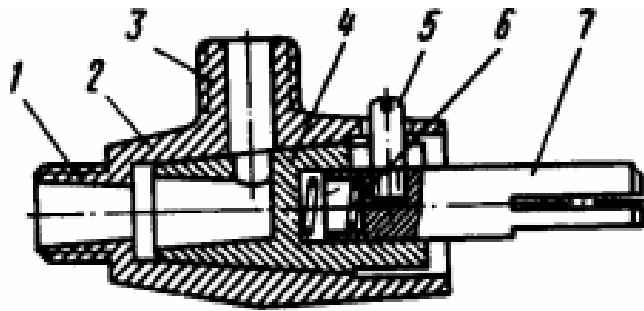
- Плита предназначена для приготовления пищи в домашних условиях.
- Категория плиты – II_{2H+3B/P}
- Класс плиты – 2/1
- Номинальное напряжение, В – 220-230
- Род тока, Гц – ~ 50
- Класс защиты от поражения электрическим током – II
- Присоединительная резьба газопровода – G 1/2"
- Расход газа природного – 1076 л/ч, сжиженного – 773 г/ч (расход газа указаны при температуре окружающей среды 15°C и атмосферном давлении - 101,3 кПа)
- Номинальная тепловая мощность горелок $N_{\text{ном}}$: природный газ – 3,05 кВт, сжиженный газ – 2,9 кВт
- Размеры плиты – 50 × 57 × 85
- Объем духовки – 44 л
- Содержание драгметаллов – 0,201 г

Плита в зависимости от настройки может работать на природном газе с давлением 13 мбар или 20 мбар, или сжиженном газе СПБТ с давлением 30±5 мбар.

Перенастройка плиты производится заменой сопел горелок и винтов малого расхода (ВМР) кранов.

2. Типы, устройство и принцип действия горелок бытовых плит

Открытие (заккрытие) прохода газа к горелке и регулирование высоты пламени осуществляется с помощью пробковых газовых кранов (рис. 8.4). Корпус 2 крана имеет наружную или внутреннюю резьбу для присоединения к горелкам и боковой штуцер 3 с резьбой для присоединения к коллекторной трубке. Хвостовик или отверстие в верхней части пробки 4 служит для посадки втулки или стержня 7. На втулку насаживается пластмассовая рукоятка для поворота крана. Между стержнем и пробкой крана находится пружина 6, обеспечивающая поступательное движение втулки перед поворотом крана на открытие. Это исключает случайное открытие крана.



1 – штуцер для присоединения к газопроводу; 2 – корпус; 3 – штуцер для присоединения к коллектору; 4 – пробка; 5 – стопорный винт; 6 – пружина; 7 – стержень

Рис. 8.4. Унифицированный пробковый кран газовой плиты

Газовой горелкой называется устройство, обеспечивающее устойчивое сжигание газообразного топлива и регулирование процесса горения. На отечественных бытовых газовых плитах используются многофакельные инжекционные горелки низкого давления (рис. 8.5).

К показателям, характеризующим работу газовых аппаратов, относятся тепловая мощность аппарата, эффективность, характеризующаяся коэффициентом полезного действия (КПД), и теплопроизводительность.

Различают номинальные и предельные значения указанных показателей. **Номинальной тепловой мощностью** называют такую, при которой аппарат имеет наилучшие показатели работы: наибольшую полноту сгорания газа при наиболее высоком КПД, при этом в конструктивных элементах аппарата не должны возникать опасные тепловые напряжения, которые могут сократить установленный срок службы. Номинальная тепловая мощность, являющаяся паспортной величиной аппарата, определяется при номинальной тепловой нагрузке.

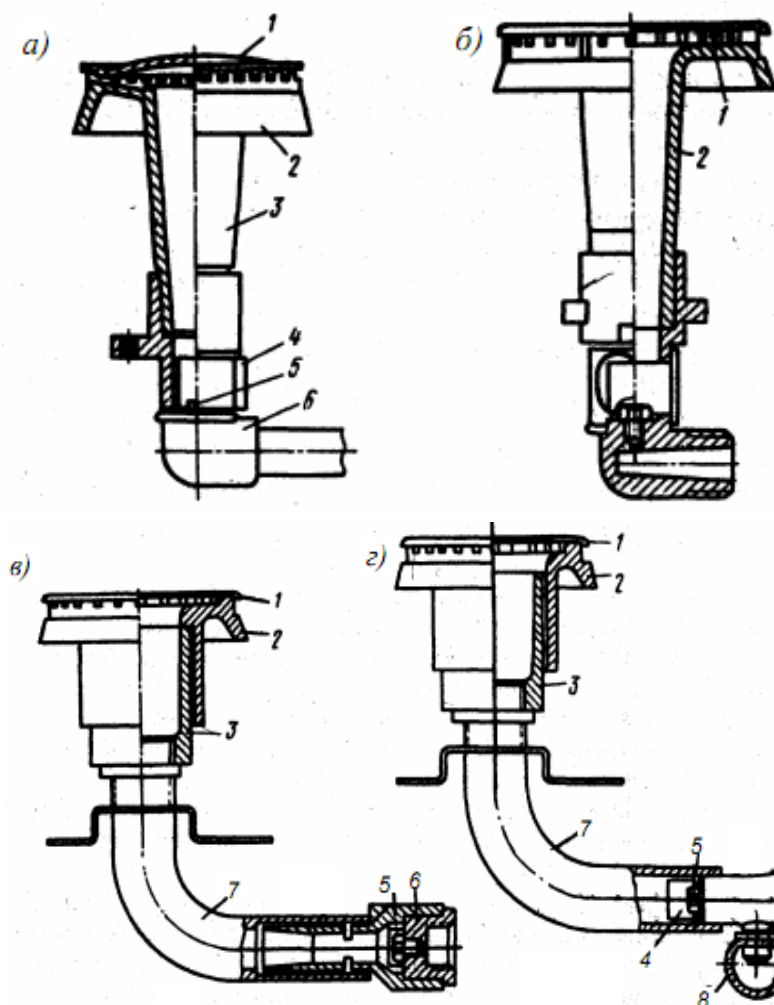
Предельной тепловой мощностью является максимальная тепловая нагрузка, превышающая номинальную на 20 %. При этом не должны ощутимо ухудшаться полнота сгорания газа, уменьшаться КПД и срок службы аппарата. Безопасность работы газового аппарата характеризуется полнотой сгорания газа и устойчивой работой газогорелочных устройств.

Давление газа перед горелкой может быть номинальным, максимальным и минимальным. Номинальное соответствует номинальной тепловой мощности, максимальное и минимальное соответствуют максимальной и минимальной тепловым мощностям горелки.

Теплопроизводительностью газового прибора называют количество теплоты, переданное прибором при сжигании газа нагреваемому телу.

Номинальная мощность конфорочных горелок 1,75 – 2 кВт, повышенная 2,7 – 2,9 кВт, КПД не менее 55%. В этих горелках содержание первичного воздуха в смеси с природным газом составляет примерно 55% от теоретически необходимого.

Часть воздуха, необходимого, для горения (первичный воздух), эжектируется газом; вытекающим из сопел горелок; остальная часть (вторичный воздух) поступает к пламени непосредственно из окружающей среды.



а – вертикальная;
б – вертикальная с пилотным пламенем; *в* – с горизонтальным смесителем; *г* – без регулятора первичного воздуха;
 1 – колпачок; 2 – огневой насадок; 3 – диффузор; 4 – окно для подсоса воздуха; 5 – ниппель сопла; 6 – корпус сопла; 7 – трубка смеситель; 8 – коллектор

Рис. 8.5. Конфорочные горелки

Продукты сгорания конфорочных горелок проходят через щель между дном посуды и рабочим столом плиты, поднимаются вдоль стенок посуды, обогревая их, и поступают в окружающую атмосферу.

В горелках (рис. 8.5 а) колпачок 1, диффузор 3 и сопло 5 размещены на од-

ной вертикальной оси. Для обеспечения полноты сжигания в горелках (рис. 8.5 б) была изменена конструкция огневого насадка-распределителя горелки. Особенности горелок (рис. 8.5 в, г) являются наличие развитого по длине трубчатого смесителя и новый способ регулирования подсоса первичного воздуха с помощью мундштука диффузора.

Для обеспечения устойчивой работы газогорелочное устройство плиты сконструировано так, чтобы:

а) горелка работала с максимальным коэффициентом первичного воздуха;

б) горелка располагалась по отношению к дну посуды таким образом, чтобы обеспечивалось хорошее её омывание продуктами сгорания и исключалась возможность соприкосновения внутреннего конуса пламени с её дном;

в) расстояние между дном посуды и горелкой было оптимальным, так как с увеличением этого расстояния возрастает избыток воздуха и падает КПД горелки, а с уменьшением – растёт химическая неполнота сгорания. Величина оптимального расстояния определяется тепловой нагрузкой и коэффициентом первичного воздуха, размерами конфорочного отверстия и дна посуды. Для горелок с нормальной мощностью оптимальное расстояние составляет примерно 20 мм;

г) продукты сгорания отводились через зазор (не менее 8 мм) между дном посуды и рабочим столом.

В духовых шкафах на всех отечественных плитах устанавливают дисковые штампованные горелки с пилотным пламенем. Продукты сгорания обогревают

духовой шкаф и поступают в кухню через отверстия в боковых стенках, или задней стенке плиты. Схема движения тепловых потоков в духовых шкафах показана на рис. 8.6.

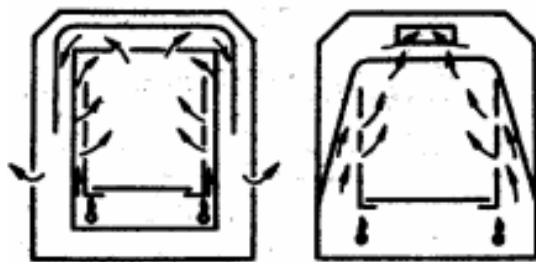


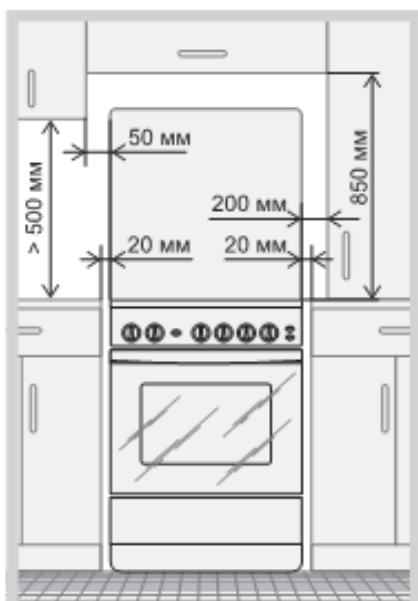
Рис. 8.6. Схема движения тепловых потоков в духовых шкафах

Отвод продуктов сгорания непосредственно в помещение предъявляет высокие требования к конструктивным качествам горелок, которые должны обеспечивать полное сгорание газа.

3. Установка газовых плит в помещении

Газовые плиты устанавливают в кухнях высотой не менее 2,2 м, имеющих окно с форточкой или фрамугой, вентиляционный канал и естественное освещение. Установка газовых плит разрешена в кухнях, имеющих объем не менее 15 м³ для 4-х конфорочной плиты, 12 м³ для 3-х конфорочной и 8 м³ для 2-х конфорочной.

Газовые плиты рекомендуется размещать таким образом, чтобы обеспечить удобное пользование ими и свободный доступ не менее чем с двух сторон. Плиты не следует ставить вблизи или против окон, т.к. при открытом окне пламя горелки, работающей с низкой тепловой нагрузкой или в режиме, близком к пределу отрыва пламени, может быть сдуто. Расстояние между верхним краем плиты и стеной следует принимать не менее 50 мм. Проход между плитой и противоположной стеной должен быть не менее 1 м. Деревянные стены при установке плит покрывают мокрой штукатуркой или изолируют асбестовой фанерой, кровельной сталью по листу асбеста толщиной 3 мм или войлоку, пропитанному глиняным раствором, или другими негорючими материалами.



В кухнях квартир, расположенных под жилыми комнатами разрешается установка только одной газовой плиты, установка других газовых приборов запрещается.

В кухнях квартир, расположенных под жилыми комнатами разрешается установка только одной газовой плиты, установка других газовых приборов запрещается.

Рис.8.7. Схема установки газовой плиты в помещении

Установка газовых плит не допускается:

– в кухнях или других помещениях без естественного освещения, расположенных в подвальных помещениях;

- в кухнях или других помещениях, расположенных в цокольных этажах или подвалах, при газоснабжении сжиженными газами;
- в коридорах общего пользования;
- в кухнях жилых домов высотой 10 этажей и более и в общежитиях (независимо от этажности)

Нельзя устанавливать газовое оборудование в кухнях, расположенных непосредственно под помещениями с большим скоплением людей.

4. Подключение газовых плит к газопроводу

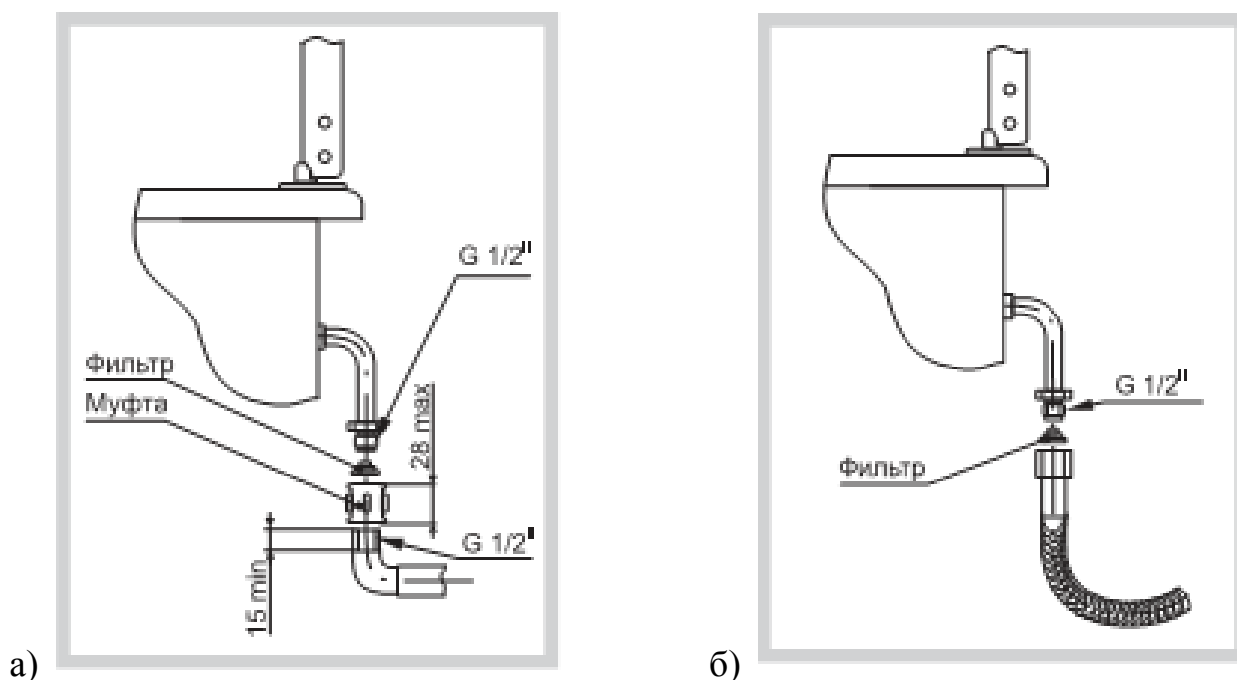
- Перед подключением проверить, соответствуют ли местные условия подключения (вид и давление газа) настройке плиты. Параметры настройки плиты указаны в руководстве и на табличке плиты.
- Если давление природного газа превышает максимально допустимое значение, в подводящей сети необходимо установить редуктор, понижающий давление до положенной величины.
- После подключения плиты проверьте работу горелок. Пламя горелок должно быть ровным, без проскоков и отрывов.

Жесткое подсоединение

Подсоединение плиты к газовому стояку или баллону следует проводить в соответствии с местными стандартами и как показано на рис. 8.8 а.

Подсоединение с помощью шланга

Перед подсоединением плиты с помощью гибкого шланга необходимо уточнить в газовой службе, разрешен ли по местным стандартам такой вид подключения и необходимый тип шланга (рис. 8.8б).



а) – жесткое подключение; б) – С помощью шланга.

Рис.8.8. Подключение плиты

При подсоединении должны быть соблюдены следующие требования:

- выбранный шланг должен иметь документ, указывающий дату изготовления, срок службы и замены, и установлен в соответствии с рис.8 б;
- шланг должен быть доступен для осмотра по всей длине;
- шланг не должен проходить в зоне горячего воздуха дымохода и касаться задней стенки плиты (рис.8.9);
- шланг не должен пережиматься, иметь сильных изгибов и испытывать растягивающие усилия;
- шланг должен быть длиной не менее 1,5 метра;
- если шланг имеет повреждения, он должен заменяться целиком, ремонт недопустим.

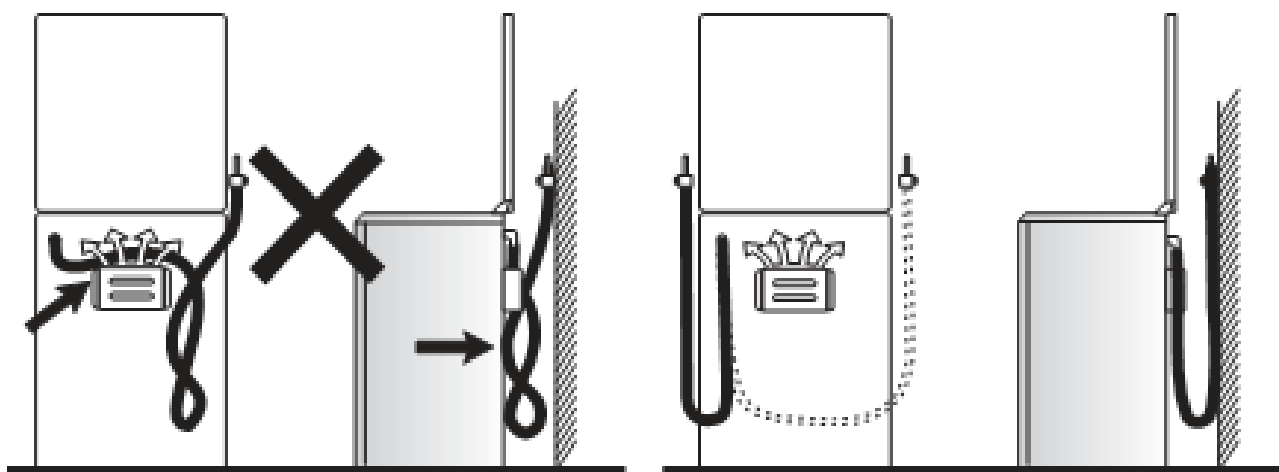


Рис. 8.9. Подвод газа и шнура электропитания

После установки плиты на место необходимо проверить положение гибкого шланга подвода газа и шнура питания (рис.8.9). Они не должны проходить над дымоходом и касаться задней стенки плиты. Во время работы духовки там возникает

большая температура, которая может их повредить.

Плита подключается к сети 220 - 230 В (50 Гц). Розетка должна находиться в легкодоступном месте и не должна закрываться плитой. Плиты, выполненные по I классу электробезопасности должны подключаться к розетке, имеющей заземление.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ

- ПРОВЕРЯТЬ ГЕРМЕТИЧНОСТЬ СОЕДИНЕНИЙ И ИСКАТЬ УТЕЧКИ ГАЗА С ПОМОЩЬЮ СПИЧЕК И ДРУГОГО ОТКРЫТОГО ОГНЯ!
- ПРИ ПОДКЛЮЧЕНИИ ПЛИТЫ К ГАЗОВОЙ СЕТИ В ЗДАНИЯХ, НЕ СООТВЕТСТВУЮЩИХ ТРЕБОВАНИЯМ ПО УСТРОЙСТВУ СИСТЕМЫ ВЫРАВНИВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛОВ, СЛЕДУЕТ ПРИМЕНЯТЬ СПЕЦИАЛЬНУЮ ИЗОЛИРУЮЩУЮ ВСТАВКУ ИЛИ ТОКОНЕПРОВОДЯЩИЙ ГАЗОВЫЙ ШЛАНГ.

5. Характерные неисправности газовых плит и методы устранения

Что происходит	Причина	Как устранить
1. Не горит или вяло горит горелка.	- слишком малое давление в сети; - горелка установлена с перекосом; - засорилось сопло.	- обратиться в газоснабжающую службу; - *увеличить зазор между шибером и корпусом сопла (рис 25); - правильно установить горелку; - тонкой проволокой или иголкой прочистить сопло.
2. Горелка горит напряженно, с отрывами пламени.	- слишком большое давление в сети.	- обратиться в газоснабжающую службу; - уменьшить ручкой подачу газа до стабилизации горения; - *уменьшить зазор между шибером и корпусом сопла. (рис 25).
3. Не срабатывает кнопка ТУПа.	- конец термопары неправильно выставлен в пламени; - нет контакта в месте присоединения термопары к ТУПу; - неисправна термопара; - неисправен электромагнитный клапан.	- *выставить положение термопары; - *подтянуть крепежные гайки термопары; - *заменить термопару; - *заменить электромагнитный клапан.
4. При нагревании клинит ручку крана.	- выработалась смазка крана.	- *заменить смазку в кране.
5. Не работает все электрооборудование.	- плита не подключена к сети; - обрыв шнура питания.	- подключить плиту; - *заменить шнур питания.
6. Не работает электророзжиг - нет искры - есть искра, но не зажигает	- повреждена проводка к разряднику; - сломан корпус разрядника; - сильно загрязнен или залит разрядник; - слишком большое давление в сети.	- *заменить разрядник; - прочистить и просушить разрядник; - зажигать при меньшей подаче газа.
7 Не вращается вертел.	- привод вертела остановился в промежуточной точке; - штык выходит из зацепления с муфтой привода вертела.	- при включении ручкой повернуть штык в любую сторону; - чуть подогнуть кручок.
8. Не горит лампочка подсветки духовки.	- перегорела лампочка.	- заменить лампочку.
* - работы выполняются сервисной службой.		

6. Порядок проведения работы

1. Ознакомиться со схемой лабораторной установки. Схема экспериментальной установки состоит из газового баллона, регулятора давления газа, газовой плиты с кастрюлей и комплекта контрольно-измерительных приборов.

Лабораторная установка оснащена газопроводом, по которому газ через газовый счётчик поступает к плите. Давление газа измеряются манометром. С помощью регулировочного крана устанавливаются различные давления перед соплом горелки. На плите размещен сосуд, в который предусмотрена установка термометра для измерения температуры воды.

2. Открыть отключающий кран на газопроводе, открыть кран горелки плиты и зажечь горелку. Установить номинальное давление газа перед горелкой.

3. Определить массу сосуда с крышкой. Налить в сосуд холодную воду и поставить его на плиту с горящей горелкой. Опыт начинается при достижении температуры воды 20 °С.

4. При достижении температуры воды 20°С включить секундомер и зафиксировать показания газового счётчика. Когда температура воды поднимется до 90°С, остановить секундомер и зафиксировать показания счётчика.

5. Записать в таблицу 1 температуру газа t_g , давление газа перед горелкой P_g , атмосферное давление P_6 , массу воды m_1 и сосуда m_2 .

6. Открыть регулирующий кран полностью. Повторить пункты 3 – 5. После записи результатов измерения установку отключить.

Таблица 8.1

Измеряемая величина		Номер опыта	
		1	2
Масса, кг:	сосуда, m_2		
	воды, m_1		
Расход газа (по показаниям счетчика) $V_{изм}$, $м^3$			
Давление газа перед горелкой P_g , Па			
Температура газа t_g , °С			
Атмосферное давление P_6 , Па			
Продолжительность опыта, с			
КПД горелки плиты, %			

7. Обработка экспериментальных данных

1. Привести расход газа к стандартным условиям $V_{прив}$, $м^3$:

$$V_{прив} = V_{изм} \cdot \frac{P_6 + P_g}{101325} \cdot \frac{288,15}{273,15 + t_g} \quad (8.1)$$

где $V_{изм}$ – измеренный объёмный расход газа за время испытаний, $м^3$;

$P_6 = 0,1$ МПа – атмосферное давление воздуха;

P_g – давление газа перед горелкой, МПа;

$t_g = 20$ – температура газа перед горелкой, °С.

2. Рассчитать номинальную тепловую мощность горелки, $N_{ном}$, кВт:

$$N_{ном} = V_{ном} \cdot Q_{ном} \quad (8.2)$$

где $V_{ном}$ – объёмный номинальный расход сухого газа, пересчитанный к стандартным условиям испытаний, $м^3/ч$;

Q_v – высшая теплота сгорания газа при стандартных условиях, $Q_v = 42\,083$ кДж/ $м^3$.

$$\frac{V_{ном}}{V_{изм}} = \sqrt{\frac{101,325 + P_g}{101,325} \cdot \frac{P_6 + P_g}{101,325} \cdot \frac{288,15}{273,15 + t_g}} \quad (8.3)$$

3. Рассчитать коэффициент полезного действия горелки по формуле:

$$\eta = \frac{c_p \cdot m \cdot (t_2 - t_1)}{V_{\text{прив}} \cdot Q_v} \cdot 100\% \quad (8.4)$$

где $c_p = 4,187$ кДж/кг·°С – удельная теплоёмкость воды;

m – масса испытательного сосуда с водой, кг,

$$m = m_1 + 0,213 \cdot m_2, \quad (8.5)$$

где m_1 – масса воды в испытательном сосуде, кг;

m_2 – масса испытательного сосуда с крышкой, кг;

t_1, t_2 – начальная и конечная температуры воды в испытательном сосуде, °С.

4. Рассчитать по формуле (8.2) предельную тепловую мощность, используя данные второго опыта и КПД по формуле (8.4).

5. Сравнить полученное значение номинальной тепловой мощности горелки с паспортной величиной. Вычислить абсолютную погрешность Δ и относительную δ .

$$\Delta = N_{\text{ном}}^{\text{изм}} - N_{\text{ном}}^{\text{пасп}} \quad (8.6)$$

$$\delta = (\Delta / N_{\text{ном}}^{\text{пасп}}) \cdot 100\% \quad (8.7)$$

8. Контрольные вопросы

1. По каким показателям классифицируются газовые плиты?
2. Перечислите основные части газовой плиты.
3. Назовите основные технические характеристики унифицированной 4-х конфорочной газовой плиты.
4. Объясните принцип действия конфорочной горелки.
5. Какие типы конструкций конфорочных горелок используются в отечественных плитах?
6. Какие неисправности могут возникать в газовых плитах?
7. Перечислите основные требования, предъявляемые к помещениям при установке в них газовых плит.
8. Как следует размещать газовые плиты в помещении?
9. В каких помещениях установка газовых плит не допускается?

Учебное издание

Составители:

Сальникова Светлана Рудольфовна

Каперейко Юлия Васильевна

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Газоснабжение»

для студентов специальности

*7-07-0732-02 «Инженерные сети, оборудование зданий
и сооружений», профилизация «Теплогазоснабжение,
вентиляция и охрана воздушного бассейна» для всех
форм обучения, слушателей ИПКиП специальности
1-70 04 71 «Теплогазоснабжение, вентиляция
и охрана воздушного бассейна»*

*Текст печатается в авторской редакции,
орфографии и пунктуации*

Ответственный за выпуск: Сальникова С. Р.

Редактор: Винник Н. С.

Компьютерная вёрстка: Соколюк А. П.

Подписано в печать 02.12.2024 г. Формат 60х84 ¹/₁₆. Бумага «Performer».
Гарнитура «Times New Roman». Усл. печ. л. 4,42. Уч. изд. л. 4,75. Заказ № 1179. Тираж 30 экз.
Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский государственный
технический университет». 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 3/1569 от 16.10.2017 г.

