

ГАЗОРЕГУЛЯТОРНЫЕ ПУНКТЫ И УСТАНОВКИ

Методические указания
к выполнению лабораторных работ по газоснабжению
для студентов бакалавриата направлений 08.03.01 «Строительство»,
13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», 07.03.04 «Градостроительство»,
21.03.01 «Нефтегазовое дело» и магистрантов направлений
08.04.01 «Строительство», 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»,
07.04.04 «Градостроительство», 21.04.01 «Нефтегазовое дело»
всех форм обучения

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный архитектурно-строительный университет»

Кафедра теплогазоснабжения и нефтегазового дела

ГАЗОРЕГУЛЯТОРНЫЕ ПУНКТЫ И УСТАНОВКИ

Методические указания
к выполнению лабораторных работ по газоснабжению
для студентов бакалавриата направлений 08.03.01 «Строительство»,
13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», 07.03.04 «Градостроительство»,
21.03.01 «Нефтегазовое дело» и магистрантов направлений
08.04.01 «Строительство», 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»,
07.04.04 «Градостроительство», 21.04.01 «Нефтегазовое дело»
всех форм обучения

Воронеж 2015

УДК 696.2(075.8)
ББК 39.76 я 7

*Составители: В.Н. Мелькумов, М.Я. Панов,
Г.Н. Мартыненко, Н.М. Попова*

Газорегуляторные пункты и установки: метод. указания к выполнению лабораторных работ по газоснабжению / Воронежский ГАСУ; сост.: В.Н. Мелькумов, М.Я. Панов, Г.Н. Мартыненко, Н.М. Попова. – Воронеж, 2015. – 45 с.

Изложены конструктивные особенности и техника обслуживания газового оборудования и газовых установок, работающих на природном и сжиженном углеводородном газах, порядок их испытания, замера параметров и обработка результатов опыта.

Предназначены для студентов бакалавриата направлений 08.03.01 «Строительство», 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», 07.03.04 «Градостроительство», 21.03.01 «Нефтегазовое дело» и магистрантов направлений 08.04.01 «Строительство», 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», 07.04.04 «Градостроительство», 21.04.01 «Нефтегазовое дело» всех форм обучения.

Ил. 11. Таб. 12. Библиогр.: 7 назв.

**УДК 696.2(075.8)
ББК 39.76 я 7**

Печатается по решению учебно-методического совета
Воронежского ГАСУ

Рецензент – Д.Н. Китаев, к.т.н., доц. кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела Воронежского ГАСУ

ВВЕДЕНИЕ

Лабораторные работы предназначены для углубленного изучения, и последующего закрепления знаний студентами распределительных систем газоснабжения, оборудования и газовых установок, а также помогут студентам практически изучить конструкцию, технику обслуживания и установить характеристики, влияющие на производительность установок.

При выполнении лабораторных работ студенты приобретают навыки научного исследования.

Цель лабораторных работ:

- изучение принципиальных схем установок конструкции, принципа действия отдельных узлов и оборудования;
- управление работой установок в рабочем режиме с целью поддержания заданных параметров;
- испытание надежности различных элементов системы газоснабжения;
- обработка результатов испытаний, анализ и выводы.

Студенты к выполнению работ допускаются после изучения инструкций по технике безопасности и прослушивания инструктажа на рабочем месте.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГУЛЯТОРОВ ДАВЛЕНИЯ ГАЗА

Регулятор давления предназначен для снижения давления газа и автоматического поддержания его на заданном уровне при изменении расхода газа потребителем.

По принципу действия различают регуляторы:

- прямого действия – “РД”- 50М, когда импульс выходного давления от газопровода за регулятором подводится в мембранную камеру непосредственно под большую мембрану;
- непрямого действия – “РДУК”, “РДБК”, в этом случае импульс выходного давления подводится через посредство дополнительных устройств: регулятора управления (“РДУК”) и стабилизатора;
- комбинированные – “РДСК-50”, “РДГД-20”, “РДНК-400”, в которых соединены и независимо работают устройства: непосредственно регулятор давления, автоматическое отключающее устройство, сбросной клапан, фильтр.

Отключающее устройство автоматически срабатывает при аварийном повышении или понижении выходного давления сверх допустимых заданных значений. Эти регуляторы рассчитаны на устойчивую работу при воздействии температуры окружающего воздуха от минус 30 до плюс 60 °С и относительной влажности до 95 % при температуре плюс 35 °С.

Техническая характеристика регулятора “РД-50М”

1. Входное рабочее давление – до 1,6 МПа (16 кгс/см²).
2. Диапазон настройки регулируемого выходного давления:
 - а) с пружиной низкого давления – от 900 до 2000 Па (90 - 200 мм вод ст.);
 - б) с пружиной повышенного давления – от 2000 до 3500 Па (200 - 350 мм вод ст.).
3. Сбросной предохранительный клапан открывается при превышении установленного выходного давления на 500 - 1000 Па (50 - 100 мм вод ст.).
4. Регулятор выпускается в модификациях, приведенных в табл. 1,2.

Таблица 1

Допустимое давление для “РД-50М”

Диаметр седла клапана, мм	Модификация регулятора с пружиной		Давление	
	низкого давления	повышенного давления	на выходе, МПа (кгс/см ²)	на выходе, Па (мм. вод. ст.)
25	РД-50М/С-25	-	0,01-0,1(0,1-1)	900-2000(90-200)
20	РД-50М/С-20	-	0,1-0,3(1-3)	900-2000(90-200)
15	РД-50М/С-15	-	0,3-0,6(3-6)	900-2000(90-200)
11		РД-50М/Ж-11	0,6-1,0(6-10)	2000-3500(200-350)
8		РД-50М/Ж-8	1-1,6(1016)	2000-3500(200-350)

Таблица 2

Максимальная пропускная способность регулятора "РД-50М", нм³/ч

Диаметр седла клапана, мм	Давление на выходе, МПа				
	0,02-0,1 (0,2-1,0)	0,15-0,3 (1,5-3)	0,3-0,6 (3,5-6)	0,7-1,0 (7-10)	1,1-1,6 (11-16)
25	165-466	-	-	-	-
20	108-308	400-717	-	-	-
15	60-183	237-400	460-775	-	-
11	37-117	150-235	266-410	466-638	695-733
8	20-52	74-125	140-225	280-337	380-533

Регулятор давления РДСК-50 с выходным средним давлением комбинированный. В регуляторе скомпонованы, соединены и независимо работают следующие устройства: непосредственно регулятор давления, автоматическое отключающее устройство, сбросной клапан, фильтр для отделения пыли.

Технические данные регулятора РДСК-50

1. Регулируемая среда – природный газ по ГОСТ 5542-87.
2. Максимальное входное давление, МПа – до 1,2.
3. Пределы настройки выходного давления, МПа – 0,01-0,1.
4. Пропускная способность при входном давлении 0,3 МПа – не менее 200 м³/ч.
5. Колебание регулирующего выходного давления без перенастройки регулятора при изменении расхода газа и колебаний входного давления на $\pm 25\%$ – не более $\pm 10\%$.

6. Верхний предел настройки давления срабатывания сбросного клапана, МПа – 0,11;

- при повышении выходного давления – до 0,14,
- при понижении выходного давления – до 0,104.

Регулятор давления газа РДНК-400 с выходным низким давлением комбинированный. В регуляторе сконструированы автоматическое отключающее устройство, сбросной клапан, фильтр. Регулятор предусматривает автоматическое отключение подачи газа при аварийном повышении и понижении выходного давления сверх допустимых заданных значений.

Технические данные регулятора РДНК-400

Регулируемая среда – природный газ по ГОСТ 5542-87.

Давление входное максимальное, МПа – 0,6.

Диапазон настройки выходного давления, кПа – 2 - 3,5.

Пропускная способность при входном давлении 0,6 МПа – не менее 400 м³/ч.

Регулятор давления газа домовой РДГД-20 имеет встроенное автоматическое защитное устройство от аварийного повышения или понижения давления газа в выходной линии к потребителю. Устанавливается непосредственно перед потребителем и редуцирует высокое или среднее давление на низкое. Регулятор рассчитан на устойчивую работу при температуре окружающего воздуха от минус 243 К до плюс 323 К и относительной влажности до 95%.

Технические данные регулятора РДГД-20

Регулируемая среда - природный газ по ГОСТ 5542-87.

Давление:

входное, МПа – 0,05-0,6;

выходное, кПа – 2,2.

Производительность, м³/ч:

при входном давлении 0,05 МПа – 20;

при выходном давлении 0,6 МПа – 80.

Давление срабатывания отключающего устройства:

при понижении давления, кПа – 0,7-1,2,
при повышении давления, кПа – 4,0-5,0.
Давление срабатывания сбросного клапана, кПа – 2,8-3,1.

Лабораторная работа №1

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ РЕГУЛЯТОРА ДАВЛЕНИЯ ГАЗА НЕПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ

1.1. Цель работы

Ознакомление с конструктивными элементами, принципом действия, правилами пуска и эксплуатации регулятора давления газа типа РДУК.

1.2. Задание

1. Изучить конструкцию регулятора давления РДУК-2Н-50/35 при его разборке.
2. Настроить регулятор управления (пилот) на различные режимы работы в пределах: 0,01-0,05МПа.
3. Подобрать регулятор давления типа РДУК (по заданию преподавателя). Определить диаметр условного прохода надклапанной камеры и седла клапана.
4. Составить отчет о работе с вычерчиванием принципиальной схемы регулятора давления типа РДУК с пилотом и описанием принципа его действия.

1.3. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Регулятор давления представляет собой устройство, предназначенное для снижения давления газа и автоматического поддержания его в заданном уровне.

По принципу действия различают регуляторы прямого и непрямого действия.

Основными элементами регулятора давления являются: дроссельный орган (клапан), чувствительный элемент (мембрана) и управляющий элемент (пружина или командный прибор).

В регуляторах прямого действия импульс конечного давления воздействует на чувствительный элемент и связанный с ним дроссельный орган непосредственно.

В регуляторах непрямого действия изменение конечного давления воздействует на чувствительный элемент и дроссельный орган через посредство вспомогательного механизма.

Регуляторы прямого действия отличаются простотой и надежностью конструкции, но по величине неравномерности конечного давления уступают регуляторам непрямого действия.

1.4. ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ РЕГУЛЯТОРА ДАВЛЕНИЯ ГАЗА ТИПА РДУК

Регуляторы типа РДУК предназначены для снижения давления с высокого на высокое, среднее и низкое или со среднего на среднее и низкое.

Регуляторы РДУК выпускают трех типоразмеров: РДУК2-50,
РДУК2-100,
РДУК2-200.

Соответственно с условными проходами корпусов 50, 100, 200 мм, с регуляторами управления (пилотами) низкого (КН) или высокого (КВ) давления. При давлении на выходе 0,0005-0,06 МПа применяют пилоты КН, при давлении на выходе 0,06-0,6 МПа применяют пилоты КВ. РДУК-100 для изменения номинальной пропускной способности снабжается сменными седлами и клапанами диаметром 50 и 70 мм и обеспечивает пропускную способность газа в $\text{нм}^3/\text{ч}$ от 750 до 7450 и соответственно от 1420 до 14000 в зависимости от давления газа на вводе.

РДУК 2-200 снабжается сменными седлами и клапанами 105 и 140 мм и обеспечивает пропускную способность газа в $\text{нм}^3/\text{ч}$ от 3900 до 39000 при давлении газа на вводе в МПа от 0,03 до 1,2.

РДУК 2-50/35 имеет постоянный диаметр седла клапана 35 мм. В зависимости о модификации пилота и принятого диаметра применяют соответствующие условные обозначения.

Например, РДУК-2Н-100/70 означает: регулятор типа РДУК с условным проходом корпуса 100мм, с пилотом (регулятор управления) низкого давления КН и седлом клапана 70 мм.

В регуляторах типа РДУК осуществляется снижение давления газа клапаном 3 (дрессельный орган) (рис. 1), величина подъема которого зависит от положения мембраны 4, находящейся под разностью давлений газа.

Сверху на мембрану действует: конечное давление газа, P_K , поступающего в надмембранное пространство по трубке 14, масса движущихся частей m и частично входное давление газа (через клапан), $P_{ВХ}$, тогда давление на мембрану сверху $P_{ВМ} = P_K + P_{ВХ} + m$.

Снизу на мембрану действует давление газа, P_B , сдресселированное в пилоте (регулятор управления) 2, т.е. давление газа в подмембранном пространстве равно сдресселированному в пилоте $P_{П.М.} = P_B$, при отсутствии расхода газа

давление в подмембранном пространстве, $P_{п.м.}$, постепенно выравнивается с давлением в надмембранной полости, P_K , т.е. с конечным давлением.

Запишем соотношение сил в надмембранном и подмембранном пространстве $P_K + P_{ВХ} + m = P_B$; при отсутствии расхода газа $P_B = P_K$ и тогда $P_{ВМ} > P_{п.м.}$ за счет силы тяжести движущихся частей (масса m) мембрана 4 плавно опускается и клапан 3 полностью закрывается, прекращая подачу газа.

Если $P_{ВМ} < P_{п.м.}$, клапан открыт. Регулятор управления (пилот) всегда настраивается на заданное конечное давление. Настройка осуществляется перемещением стакана 7, имеющего резьбу, воздействующего на пружину 15 пилота. При сжатии пружины конечное давление повышается, при ослаблении пружины – конечное давление понижается.

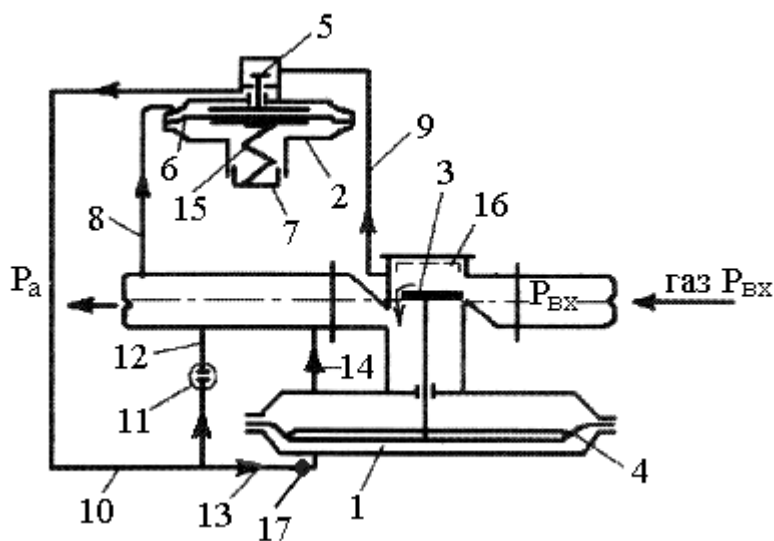


Рис. 1. Схема регулятора давления РДУК-2:

1 – исполнительный механизм; 2 – регулятор управления; 3,4 – клапан и мембрана исполнительного механизма; 5,6 – клапан и мембрана регулятора управления; 7 – винт для настройки регулятора; 8 – импульсная трубка; 9 – трубка для подачи газа начального давления; 10 – трубка для сброса газа после регулятора управления; 11 – дроссель; 12 – трубка, соединяющая потребителя с дросселем; 13 – трубка, передающая командное давление P_d исполнительному механизму; 14 – трубка, соединяющая надмембранную зону исполнительного механизма с газопроводом после регулятора; 15 – пружина пилота для настройки регулятора; 16 – фильтр; 17 – дроссель для подачи газа после пилота

Регулятор давления типа РДУК работает следующим образом. Газ начального давления $P_{ВХ}$ после фильтрации через сетку 16 по трубке 9 поступает к клапану 5 пилота 2. После дросселирования в пилоте газ по трубке 10 подается через дроссель 17 в подмембранное пространство регулятора.

Величина открытия клапана 5 пилота, а, следовательно, и количество газа, поступающего по трубке 10, зависит от положения мембраны 6 пилота, на которую сверху давит сила конечного давления, P_K , подводимого по трубке 8, а снизу пружина 15.

При увеличении расхода газа давление снижается, и мембрана пилота с клапаном 5 под действием пружины перемещается вверх, увеличивая подачу газа в подмембранное пространство (мембраны 4) регулятора. Мембрана 4 с клапаном 3 поднимаются, увеличивая расход газа.

При уменьшении расхода газа давление его за регулятором и над мембраной 6 пилота увеличивается, мембрана 6 с клапаном 5 опускаются, и подача газа в подмембранное пространство регулятора уменьшается.

Мембрана 4 и клапан 3 регулятора перемещаются вниз, уменьшая подачу газа потребителю.

1.5. ПОРЯДОК НАСТРОЙКИ РЕГУЛЯТОРА УПРАВЛЕНИЯ (ПИЛОТА)

Для выполнения работы используется ГРП, работающий на сжатом воздухе.

Настройка пилота КН 2 производится после его тщательного осмотра. Для осмотра пилота отворачивается верхняя пробка его корпуса. Узел клапана вынимается и очищается. При его засоренности вынимается седло клапана и продувается внутренняя полость корпуса пилота. После этого осуществляется его сборка. При сборке необходимо, чтобы толкатель шпильки своим острым концом находился в гнезде стяжного винта мембраны, а в верхнее коническое углубление должен попасть нижний конец шпильки клапана.

Сборка заканчивается проверкой холостого хода мембраны путем нажатия на нее снизу. Холостой ход должен быть не менее 2 мм. Затем приступают к пуску регулятора. Перед пуском в регулятор воздуха надо убедиться, что закрыты все запорные устройства. стакан пилота выворачивают до полного ослабления пружины и открывают выходную задвижку и кран на импульсной линии к пилоту. После этого медленно и осторожно наблюдают за манометром выходного давления, открывают входную задвижку. Постепенно выворачивая стакан пилота и наблюдая за манометром, устанавливают заднее давление в пределах 500-5000 Па не менее, чем на трех режимах. Снимают показания по манометру и результаты испытаний заносят в табл. 3. При этом давление по манометру (избыточное) переводят в абсолютное и записывают в Па, МПа, кгс/см², мм. рт. ст.

Таблица 3

Результаты настройки регулятора давления газа РДУК-2Н 50/35

Номер	Давление газа по манометру в кПа		Абсолютное давление			
	Р _{из}	Р _{абс}	Па	МПа	кгс/см ²	мм. рт. ст.
1						

1.6. ПОДБОР РЕГУЛЯТОРА ДАВЛЕНИЯ ГАЗА

При разборке регулятора давления газа производится измерение диаметров условного прохода корпуса надклапанной камеры и седла клапана. Вычисляется площадь седла клапана. По результатам замеров и вычислений определяется модификация регулятора давления газа по табл. 4

Исходными данными для определения пропускной способности и подбора регулятора давления являются: расход газа и пределы его изменения, давление газ на входе и выходе, плотность газа.

Режим работы регулятора зависит от перепада давления в дроссельном органе. При небольших перепадах происходит докритическое истечение газа, а когда скорость газа равна скорости звука, в газовой среде наступает при, определенных перепадах, критическое истечение газа.

Когда $P_2/P_1 \geq 0,5$ или $P_1/P_2 \leq 2$, регулятор будет работать в докритическом режиме.

При $P_2/P_1 < 0,5$ или $P_2/P_1 > 2$ – в критическом режиме.

P_2 и P_1 – абсолютные давления газа до и после регулятора.

При определении пропускной способности регуляторов, работающих в докритическом режиме, сжимаемостью газа можно пренебречь, а при критическом режиме плотность газа необходимо учитывать. Пропускную способность регулятора давления типа РДУК можно определять по формуле

$$V = 1595 \cdot f c P_1 \varphi \cdot \sqrt{(1/\rho)}, \quad (1)$$

где f – площадь седла клапана, см² (с учетом площади штока);

c – коэффициент расхода, принимается по табл. 4 в зависимости от диаметра клапана;

P_1 – абсолютное давление газа на входе, МПа;

φ – коэффициент, зависящий от отношения P_2/P_1 и определяемый по графику (рис. 2);

ρ – плотность газа, кг/м³.

Таблица 4

Площадь седла клапана и коэффициент расхода газа для регуляторов РДУК

Параметры	РДУК 2Н-50	РДУК 2Н-100			РДУК 2Н-200	
	Диаметр клапана, мм					
	35	50	70	105	140	
Площадь седла, см²	9,6	19,6	38,4	86,6	154,0	
Коэффициент расхода, с	0,60	0,42	0,40	0,49	0,40	

Соотношения между основными единицами систем МНГСС и системы СИ для давления:

$$1 \text{ бар} = 10^5 \text{ Па} = 10^5 \text{ Н/м}^2 = 1,019 \text{ кгс/см}^2 = 750 \text{ мм. рт. ст.} = 1,019 \cdot 10^4 \text{ мм. вод. ст.},$$

$$1 \text{ мм. рт. ст.} = 136,3 \text{ Па} = 1,36 \cdot 10^{-3} \text{ бар},$$

$$1 \text{ мм. вод. ст.} = 9,8 \text{ Па},$$

$$1 \text{ ат} = 9,8 \cdot 10^4 \text{ Па} = 10^4 \text{ мм. вод. ст.} = 735,6 \text{ мм. рт. ст.} = 0,81 \text{ бар},$$

$$1 \text{ кгс/м}^2 = 9,8 \text{ Па} = 9,8 \cdot 10^{-5} \text{ бар},$$

$$1 \text{ кгс/см}^2 = 98065,5 \text{ Па} = 9,8 \cdot 10^4 \text{ Па}.$$

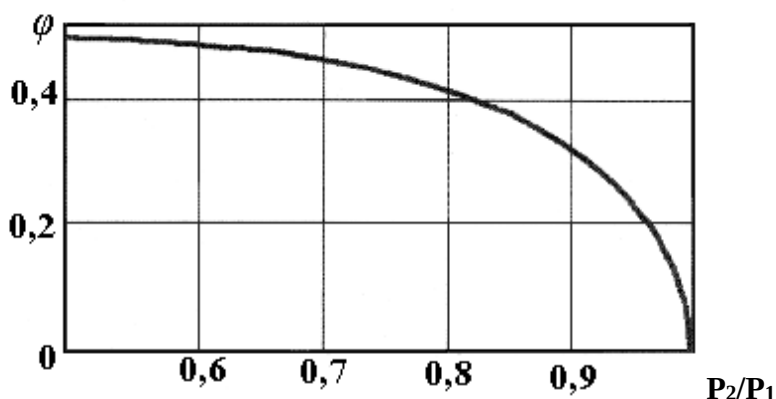


Рис. 2. График зависимости коэффициента ϕ от отношения давлений для природного газа

ПРИМЕР:

Подобрать регулятор РДУК по следующим исходным данным: расход газа $V_3 = 5500 \text{ м}^3/\text{ч}$, избыточное давление до и после регулятора соответственно равно $P_1 = 0,55 \text{ МПа}$ ($5,5 \text{ кгс/см}^2$), $P_2 = 0,23 \text{ МПа}$, плотность газа равна $\rho = 0,78 \text{ кг/м}^3$.

Проверим возможность использования регуляторов РДУК 2 - 100 с диаметром седла - 70 мм, для которого согласно табл. 4 площадь седла клапана $f = 38,4 \text{ см}^2$ и коэффициент расхода $s = 0,40$. Отношение $P_2/P_1 = 0,418$, т.е. $P_2/P_1 < 0,5$ является критическим и для него принимаем значение коэффициента $\phi = 0,48$.

Подставим исходные данные в формулу (1):

$$V = 159,5 \cdot 38,4 \cdot 0,40 \cdot 5,5 \cdot 0,48 \sqrt{1/(0,78)} = 7344 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Полученная пропускная способность регулятора является максимальной. Номинальная составит 80% от нее:

$$V_{\text{ном}} = 0,8 \cdot 7344 = 5874,3 \text{ м}^3/\text{ч}, \text{ т.е. } V_{\text{ном}} > V_3.$$

Регулятор давления РДУК 2 - 100/70 подходит.

1.7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение регуляторов давления.
2. Достоинства и недостатки регуляторов давления прямого и непрямого действия.
3. Конструкция и принцип действия регулятора давления типа РДУК с регулятором управления (пилотом).
4. Выпускаемые модификации регуляторов давления и регуляторов управления.
5. Как осуществляется настройка регулятора на заданное конечное давление?
6. По каким параметрам производится подбор регуляторов давления?
7. Единицы измерения давления и соотношения между ними.

Лабораторная работа №2

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНО - ЗАПОРНОЙ АРМАТУРЫ И ГАЗОВЫХ СЧЕТЧИКОВ

2.1. Цель работы

Ознакомление с конструктивными элементами, правилами настройки, включения и эксплуатации предохранительно-запорной арматуры и ротационных газовых счетчиков.

2.2. Задание

1. Изучить конструкцию и принцип действия предохранительно-запорного клапана и ротационного газового счетчика.
2. Изучить порядок настройки предохранительно-запорного клапана ПКН на нижний и верхний контролируемые пределы и осуществить настройку клапана на трех режимах.
3. Составить отчет о работе с вычерчиванием принципиальных схем предохранительно-запорного клапана, газового ротационного счетчика и описание принципа их действия.

2.3. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Предохранительно-запорные клапаны и газовые счетчики относятся к вспомогательному оборудованию.

Предохранительно-запорные клапаны устанавливаются перед регуляторами давления и автоматически прекращают подачу газа потребителям при не-

допустимом повышении или понижении конечного давления за регулятором ниже заданного предела.

Предохранительно-запорные клапаны ПК разработаны для низкого (ПКН) и высокого (ПКВ) давлений. Выпускают клапаны с условными диаметрами, соответственно равными 50, 100, 200 мм. Максимальное давление – 1,2 МПа.

Клапаны ПКН и ПКВ могут быть настроены на следующие контролируемые пределы давлений:

для ПКН: нижний предел 300 – 3000 Па;

верхний предел 1000 – 50000 Па;

для ПКВ: нижний предел 0,003 – 0,03 МПа;

верхний предел 0,03 – 0,72 МПа.

Газовые счетчики относятся к расходомерам и предназначены для учета расхода газа потребителями. Для учета небольших расходов газа м³/ч применяют счетчики марок: РГ-40-1, РГ-100-1, РГ-250-1, РГ-400-1, РГ-800-1, РГ-1000-1, на номинальные расходы газа соответственно 40, 100, ..., 1000 м³/ч и рабочее давление не более 0,1 МПа. Ротационные счетчики, несмотря на громоздкость, удобны в эксплуатации. Погрешность измерений не превышает ±1,6%.

2.4. ОПИСАНИЕ ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНО-ЗАПОРНОГО КЛАПАНА

На рис. 3 показано устройство предохранительно-запорного клапана типа ПКН. При соответствии контролируемого конечного давления заданному клапан 6 будет в открытом рабочем положении за счет находящегося подъемного рычага 8 с ударником 11 в вертикальном положении.

Ударник 11 поддерживается в вертикальном положении в результате зацепления его выступа с защелкой 16 коромысла 18. Противоположный конец коромысла 18 соединяется со штоком 10 мембраны 9. Конечное давление (импульс контролируемого давления) подводится через штуцер в подмембранное пространство и стремится переместить мембрану 9 вверх, но этому препятствует пружина, которой устанавливается контролируемый предел настройки клапана (рис. 3).

При повышении или понижении конечного давления за пределы допустимого клапан закрывается.

Если конечное давление увеличено сверх допустимого, то сила этого давления газа (P_y) преодолевает сопротивление пружины ($P_{пр}$) и перемещает мембрану вверх ($P_y > P_{пр}$).

При этом левый конец коромысла поднимается вверх, ударник 11 падает и, ударяя по концу рычага 8, выводит его из зацепления, т.е. клапан закрывается.

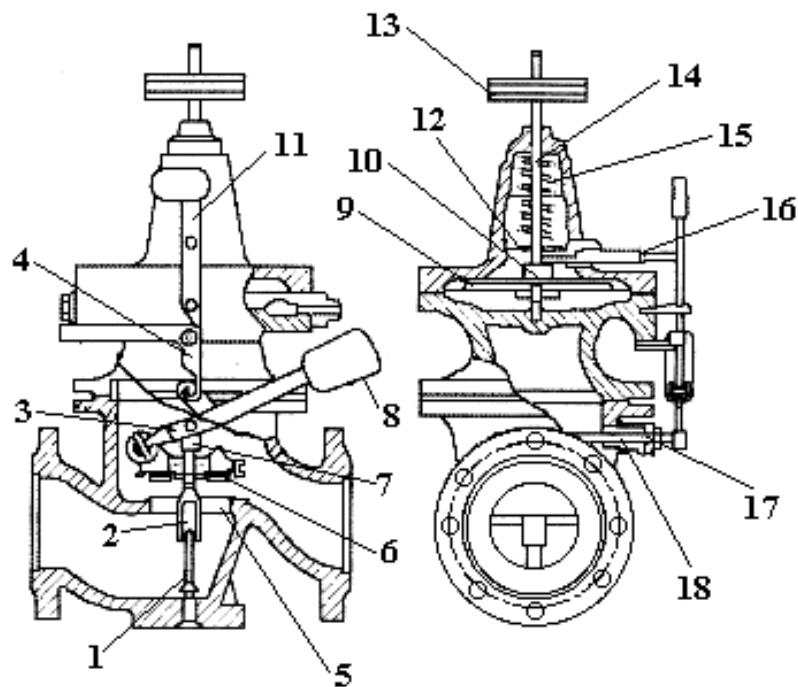


Рис. 3. Предохранительно-запорный клапан ПКН:

- 1 – направляющая; 2 – фиксатор; 3 – вилка; 4 – предохранитель; 5 – седло;
 6 – клапан; 7 – шток; 8 – рычаг; 9 – мембрана; 10 – шток; 11 – ударник; 12 – опорная шайба;
 13 – груз; 14 – настроечная гайка; 15 – настроечная пружина; 16 – защелка; 17 – сальник;
 18 – ось рычага

При недопустимом понижении конечного давления газа усилие $P_{\text{п}}$, создаваемое этим давлением на мембрану снизу, будет меньше усилия $P_{\text{пр}}$, создаваемого пружиной (или специальными грузами), т.е. $P_{\text{п}} < P_{\text{пр}}$. Вследствие этого шток 10 с мембраной 9 опускается, а следовательно, и левый конец коромысла также опускается вниз. Правый же конец коромысла поднимается вверх, выходит из зацепления со штифтом, что вызывает падение ударника 11 и закрытие клапана.

Закрытый клапан прижимается к седлу 5 под действием собственного веса и груза на конце подъемного рычага.

Для выравнивания давления газа с двух сторон клапана при его открывании в конструкции запорного клапана предусмотрен специальный перепускной клапан.

При закрытом клапане отверстие перепускного клапана закрывает нижний конец штока.

При открытии основного клапана шток открывает перепускной клапан, в результате давление в полости корпуса выравнивается, чем обеспечивает подъем клапана.

2.5. ОПИСАНИЕ ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ ГАЗОВОГО РОТАЦИОННОГО СЧЕТЧИКА

Основными элементами газового ротационного счетчика являются два ротора, имеющие форму восьмерки. За счет разности давлений газа на входе в корпус счетчика и на выходе из него роторы вращаются в противоположных направлениях.

При полном обороте каждого ротора объем газа, находящийся между ротором и стенкой корпуса, перемещается из входного в выходной патрубок. Конец вала одного из роторов через редуктор связан со счетным механизмом, фиксирующим на семизначном счетном барабане количество газа, прошедшего через счетчик.

Перепад давлений, необходимый для вращения роторов, фиксируется манометром и не превышает 300 Па. Это позволяет использовать ротационные счетчики даже на низком давлении.

Ротационными счетчиками нельзя длительно измерять расход газа, превышающий номинальный. Допустима кратковременная перегрузка не более чем на 50 %, но при этом погрешность измерений увеличивается.

Так как счетчик учитывает объемный расход газа, то для приведения объема газа при рабочих параметрах к нормальным условиям применяют формулу, полученную из уравнения состояния:

$$V_n = V_p \cdot \frac{P_p}{P_n} \cdot \frac{T_n}{T_p}, \quad (2)$$

где V_p – объем газа в рабочих условиях, м³;

P_p – абсолютное давление газа в рабочих условиях, МПа;

T_p – абсолютная температура газа в рабочих условиях, К;

P_n – давление газа при нормальных условиях равное 0,1013 МПа

(760 мм рт. ст.);

$T_n = 273,16$ К – абсолютная температура при нормальных условиях.

С учетом известных параметров формула (2) будет иметь вид

$$V_n = V_p \cdot (P_p \cdot 273,16) / (760 \cdot T_p), \text{ нм}^3. \quad (3)$$

2.6. ПОРЯДОК НАСТРОЙКИ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНО-ЗАПОРНОГО КЛАПАНА ПКН

Осуществляется настройка ПКН-100 на нижний и верхний контролируемые пределы. Установлен ПКН-100 на ГРП, функционирующим на сжатом воздухе. К импульсной линии выходного давления присоединяются через тройник

U – образный манометр и штуцер для подключения ручного насоса. Со штока снимаются грузы, рычаг с ударником становится на зацепление, и одновременно накачивается насосом воздух под мембрану.

По манометру фиксируется падение давления, при котором рычаги расцепляются.

При настройке на нижний заданный предел в импульсной трубке создается давление выше на 100Па минимально допустимого давления за регулятором. Нижний предел настройки регулятора устанавливается путем подбора грузов.

Верхний предел настройки устанавливается путем сжатия пружины с помощью регулировочной гайки. В процессе настройки устанавливается давление ниже на 100÷150 Па максимально допустимого за регулятором.

Если давление за регулятором станет больше установленного предела, мембрана разовьет усилие, превышающее сжатие пружины, ударник упадет и клапан сработает.

2.7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение предохранительно-запорного клапана.
2. Принцип действия предохранительно-запорного клапана ПКН (ПКВ).
3. Контролируемые пределы давлений клапанами ПКН и ПКВ.
4. Назначение газовых счетчиков и выпускаемые промышленностью марки счетчиков.
5. Принцип действия газового ротационного счетчика.
6. Допустимая погрешность измерений ротационных газовых счетчиков, пределы измерений
7. Приведение объемного расхода газа к нормальным условиям.

Лабораторная работа №3

ИЗУЧЕНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ГРП НА СЖАТОМ ВОЗДУХЕ

3.1. Цель работы

Ознакомление с устройством, правилами пуска и обслуживанием газорегуляторного пункта.

3.2. Задание

1. Изучить принципиальную схему, правила пуска и эксплуатации сетевого и шкафного газорегуляторных пунктов (ГРП).
2. Провести испытания действующего ГРП на сжатом воздухе.
3. Составить отчет о выполненной работе с вычерчиванием и кратким описанием схем ГРП и порядка проведения испытаний.

3.3. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Крупные городские системы газоснабжения присоединяются к магистральным газопроводам через газораспределительные станции (ГРС).

Для газоснабжения населенных пунктов в зависимости от применяемого давления (низкое, среднее, высокое) используют одноступенчатые, двух-трех и многоступенчатые системы газоснабжения.

Для поселков и небольших городов с населением до 30-50 тыс. жителей преимущественно применяют одноступенчатую систему газоснабжения, при которой распределение и подача газа потребителю осуществляется только под одним давлением.

Наибольшее распространение получила двухступенчатая система газоснабжения, которая применима как в небольших, так и в крупных городах. В этом случае подача газа потребителям осуществляется со средним и низким давлением или с высоким (до 0,6 МПа) и низким.

Трехступенчатые и многоступенчатые системы газоснабжения применяются в основном для крупных промышленных центров. Трехступенчатая система включает газопроводы низкого, среднего и высокого давления (до 0,6 МПа). Многоступенчатая система газоснабжения состоит из газопроводов низкого, среднего и высокого давления (до 0,6 МПа и до 1,2 МПа).

Связь между газопроводами различных давлений осуществляется через газорегуляторные пункты (ГРП).

В зависимости от величины давления на вводе ГРП делятся на ГРП среднего давления до 0,3 МПа (до 3 кгс/см²) и высокого давления 0,3 - 1,2 МПа (от 3 до 12 кгс/см²).

ГРП размещают, как правило, в отдельно стоящих зданиях, для обеспечения газом потребителей, с расходом не менее 1000 м³/ч.

Для газоснабжения отдельного объекта (цех, печь) непосредственно на предприятии может быть смонтирована газорегуляторная установка (ГРУ).

Для снабжения газом низкого давления отдельных жилых домов и промышленных потребителей применяются газорегуляторные установки, смонтированные в специальных металлических шкафах. Шкафные газорегуляторные пункты (ШРП) устанавливаются с регуляторами типа РД-50 и РД-32. Один из регуляторов может использоваться как рабочий, второй – как резервный. В случае необходимости оба регулятора используются как рабочие.

3.4. СХЕМА ГРП И ЕГО ОБСЛУЖИВАНИЕ

ГРП и ГРУ предназначены для снижения давления газа и поддержания его на заданном, эксплуатационном уровне, независимо от изменения режима потребления.

В состав ГРП входят (рис. 4):

1. Регулятор давления типа РДУК, понижающий давление и поддерживающий его на заданном уровне, независимо от изменений расхода и колебаний давления газа перед регулятором.

2. Предохранительно-запорный клапан типа ПКП или ПКВ, устанавливаемый перед регулятором для отсечки подачи газа при недопустимом повышении или понижении давления газа за регулятором.

3. Предохранительное сбросное устройство (предохранительно-сбросной клапан ПСК-50 или гидравлическое устройство), предназначенное для сброса в атмосферу газа при увеличении выходного давления выше максимально допустимого у потребителя с целью предупреждения срабатывания ПКН (ПКВ).

4. Фильтры (сетчатые или волосяные), обеспечивающие очистку газа от механических примесей (ржавчины, окалины, пыли и т.д.).

5. Отключающие устройства (задвижки, вентили, краны).

6. Контрольно-измерительные приборы (КИП), обеспечивающие замер и регистрацию давления газа на входе и выходе из ГРП, при необходимости – температуры газа; расходомеры или газовые счетчики для учета расхода газа.

7. Для обеспечения подачи газа потребителям в период ремонта оборудования ГРП предусматривается обводной газопровод (байпас) с отключающими устройствами и (задвижками).

При наличии в ГРП двух и более ниток (газопроводов) с основным оборудованием байпас не монтируется.

При обслуживании ГРП выполняются следующие виды работ:

а) проверка правильности показаний манометров путем сравнения жидкостных и контрольных пружинных манометров;

б) осмотр всего оборудования ГРП и определение неисправностей его состояния;

в) проверка наличия газа в помещении и плотность всех соединений;

г) проверка фактической настройки регулятора давления и предохранительных устройств на заданное давление;

д) проверка исправности отопления, в случае необходимости изменяется режим отопления;

е) проверка работы вентиляции шиберов, дефлекторов освещения;

ж) проверка уровня жидкости в гидрозатворе;

з) запись в тетрадь обхода.

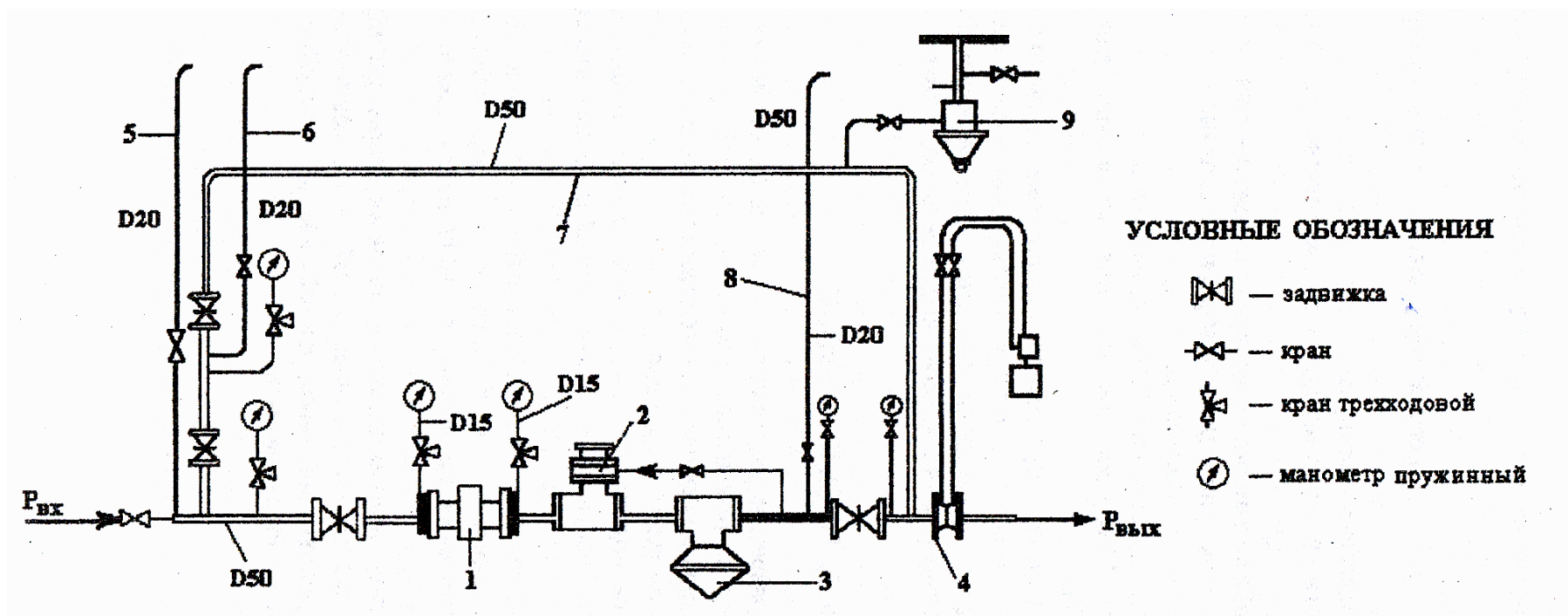


Рис. 4. Схема газорегуляторного пункта:

- 1 – фильтр волосяной; 2 – предохранительно-запорный клапан; 3 – регулятор давления РДУК-2Н-50/35;
 4 – диафрагма к дифманометру; 5 – продувочная свеча; 6 – продувочная свеча байпаса; 7 – байпас;
 8 – настроечная свеча основной нитки; 9 – пружинный сбросной клапан ПСК-50

Два раза в месяц ГРП проверяется на наличие газа. Проверка производится газоанализатором. Проверка настройки предохранительных клапанов производится не менее одного раза в два месяца.

Предупредительная периодическая проверка работы оборудования ГРП производится два раза в год. При периодической проверке выполняется следующие работы:

- а) осмотр и чистка фильтра;
- б) проверка хода и плотности закрытия задвижек и предохранительных клапанов;
- в) проверка плотности всех соединений и арматуры при помощи мыльной эмульсии;
- г) смазка трущихся частей;
- л) продувка импульсных трубок к регулятору давления газа и запорно-предохранительному клапану;
- е) проверка плотности прилегания к седлу клапана регулятора;
- ж) определение плотности и чувствительности мембраны регулятора давления;
- з) проверка и настройка работы запорно-предохранительного клапана;
- и) проверка гидрозатвора предохранительного сбросного клапана;
- к) запись в журнал техосмотра;
- л) анализ проб воздуха из ГРП на наличие газа.

Профилактический ремонт ГРП производится один раз в год бригадой слесарей под руководством ИТР.

При профилактическом ремонте производится проверка и смазка отдельных узлов оборудования, заменяются или ремонтируются износившиеся детали, производится разборка регуляторов давления, предохранительных клапанов, фильтров. Результаты профилактического ремонта заносятся в паспорт ГРП.

3.5. РАБОТА НА БАЙПАСЕ

Работа ГРП на байпасе разрешается в период проведения периодически предусмотрительных проверок и ремонтных работ. На период работы на байпасе выделяется один слесарь для непрерывного наблюдения за выходным давлением и поддержания его на заданном уровне.

Переход на байпас производится в следующей последовательности: вращением маховичка «пилота» регулятора против часовой стрелки снижается давление газа на выходе из ГРП на 150-200 Па (15-20 мм вод. ст.) от номинального и открывается выходная задвижка на байпасную линию. Затем, плавно открывая входную задвижку на байпасную линию, добиваются необходимого устойчивого давления на выходе из ГРП и закрывают кран продувочной свечи байпаса.

После перехода на байпасную линию перекрывают задвижку перед фильтром регулятора, перекрывают все краны импульсных линий отключенного оборудования и открывают кран продувочной (настроенной) свечи за регулятором для удаления оставшегося газа из оборудования.

3.6. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ

До включения ГРП в рабочий режим студенты изучают схему, знакомятся с работой предохранительно-запорной арматуры и контрольно-измерительных приборов. Перед включением ГРП убеждаются, что все оборудование в исправном состоянии, а запорная арматура закрыта.

Пуск ГРП производится в следующем порядке (рис. 4): открываются краны на продувочной, настроечной свечах и перед пружинным сбросным клапаном ПСК-50. Затем открывается кран перед продувочной свечой, из воздуходувки подается сжатый воздух давлением 0,15-0,3 МПа (1,5-3 ат) и производится продувка газопровода через продувочную свечу. После продувки газопровода вращением гайки ослабляется пружина «пилота» регулятора давления газа, взводятся рычаги предохранительно-запорного клапана ПЗК-50, чтобы удерживать его в открытом положении, и после этого плавно открывается входная задвижка на основном газопроводе. Вращением гайки «пилота» регулятора давления газа устанавливается заданный режим давления на выходе из ГРП. Закрывается кран настроечной свечи и открывается задвижка на выходе к потребителю.

По заданию преподавателя каждый студент устанавливает «пилотом» нужное давление газа на выходе из ГРП в пределах 500-2000 Па (50-200 мм вод. ст.), которое замеряется U-образным манометром. Контроль замера производится пружинным манометром, установленным перед выходной задвижкой. Настройка «пилота» и замеры производятся не менее трех раз. После установки требуемого давления настраивается клапан ПЗК-50 и ПСК-50. Клапан ПСК-50 настраивается на давление меньшее на 10 процентов, чем настроен ПЗК-50.

С помощью пружинных манометров измеряется давление на входе в газопровод (перед задвижкой), давление перед фильтром и после него (не менее трех раз). По перепаду давлений определяется степень загрязненности фильтра. Результаты замеров заносят в табл. 5.

3.7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение ГРП и ГРУ, ГРС.
2. Классификация ГРП в зависимости от давления.
3. Принципиальная схема ГРП и его работа при нормальном режиме и при аварийной ситуации у потребителя.
4. Назначение и принцип работы предохранительно-сбросного устройства пружинно-клапанного типа (клапан ПСК-50).

5. Назначение фильтра, где он устанавливается в схеме ГРП, как определяется степень его загрязнения?
6. Назначение обводного газопровода (байпаса), продувочной, настроечной свеч.
7. Назначение регулятора давления с «пилотом» и клапана ПЗК в схеме ГРП.
8. Основные положения инструкции по эксплуатации ГРП.

Таблица 5

Результаты измерений

Но- мер	Давление газа по показаниям пружинных манометров, кгс/см ²				Давление газа после регулятора давления, Па	Абсолютное давление, МПа				
	На входе в ГРП	Перед филь- тром	После филь- тра	На выходе из ГРП		На входе в ГРП	Перед филь- тром	После филь- тра	На выходе из ГРП	После ре- гулятора
1										
2										
3										

Лабораторная работа №4

ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЗОРЕГУЛЯТОРНОЙ УСТАНОВКИ (ГРУ) НА БАЗЕ РЕГУЛЯТОРА ДАВЛЕНИЯ ГАЗА ТИПА РДБК

4.1. Цель работы

1. Изучение конструкции и принципа действия регулятора давления газа РДБК прямого и непрямого действия.
2. Изучение схемы ГРУ и приобретение навыков по настройке и эксплуатации оборудования.

4.2. Задание

1. Настроить регулятор на заданное давление и провести опыты на трех режимах;
2. Составить отчет по результатам опытов. Результаты замеров проанализировать. Сделать выводы об устойчивости работы регулятора давления газа типа РДБК.

4.3. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Телемеханизация процессов газоснабжения в сочетании с комплексной автоматизацией оборудования ГРС, ГРП является одним из прогрессивных направлений в эксплуатации городских газовых хозяйств. Применение телемеханики значительно расширяет возможность соединить в единый автоматизированный комплекс разделенные расстоянием звенья общей системы газоснабжения города.

Управление гидравлическим режимом работы системы газоснабжения осуществляется с помощью регуляторов давления, которые автоматически поддерживают постоянное давление независимо от интенсивности потребления газа. При регулировании давления происходит снижение начального более высокого давления на конечное давление (более низкое).

Наиболее полно требованиям телемеханизации удовлетворяет регулятор РДБК, который выпускается Саратовским экспериментально-производственным заводом «Газаппарат».

4.4. КОНСТРУКЦИЯ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ РЕГУЛЯТОРА ДАВЛЕНИЯ ГАЗА ТИПА РДБК

Регуляторы РДБК (регулятор давления блочного типа инженера Казанцева) предназначены для снижения и регулирования давления природных и сжиженных газов независимо от режима потребления.

Регулятор с заданной точностью поддерживает после себя давление независимо от изменения входного давления и расхода газа, если эти изменения не превышают допустимых пределов. Если погрешность регулирования РДУК составляет 100–200 Па, то РДБК более устойчив, стабильно поддерживает давление и его погрешность составляет 50–70 Па.

Регулятор РДБК может применяться в ГРП, ШРП, ГРУ коммунально-бытовых и промышленных потребителей.

Регуляторы могут нормально эксплуатироваться при температуре окружающей среды от 263 К до 333 К, в то время когда РДУК может нормально работать только при положительных температурах.

Регуляторы РДБК могут быть прямого и непрямого действия. Конструктивное отличие РДБК непрямого действия от РДБК прямого действия – это наличие стабилизатора. Стабилизатор создает при работе регулятора постоянный перепад давлений на регуляторе управления, что делает работу регулятора мало зависимой от колебаний входного давления. Стабилизатор включает следующие узлы и детали: корпус, головку, узел мембраны, седло клапана с пружиной, пружину и настроечный стакан, с помощью которого прибор настраивается на постоянное выходное давление.

Подклапанное пространство соединено с надмембранной камерой, а мембранная камера – с подмембранной камерой регулирующего клапана.

Регулятор управления непрямого действия поддерживает постоянное давление за регулятором посредством изменения давления в подмембранной поло-

сти регулирующего клапана независимо от изменений расхода и входного давления. Конструкция регулятора управления непрямого действия почти аналогична конструкции стабилизатора. Отличие состоит в том, что:

- подклапанная полость не соединена с надмембранной камерой;
- подмембранная камера регулятора управления соединена не с подмембранной камерой регулирующего клапана, как у стабилизатора, а с атмосферой.

Схема обвязки регулятора давления газа РДБК приведена на рис. 5.

Регулятор непрямого действия РДБК-1 Н работает следующим образом: газ входного давления поступает к стабилизатору 2, а от него к регулятору управления непрямого действия 3. Подмембранная камера стабилизатора 2 связана с подмембранной камерой регулирующего клапана 3. От регулятора управления 3 газ через регулируемый дроссель 7 поступает под мембрану регулирующего клапана и через второй регулируемый дроссель 6 сбрасывается в газопровод за регулятором. Надмембранная камера регулирующего клапана 1 и подмембранная камера регулятора управления 3 находятся под воздействием выходного давления. Надмембранная камера регулятора управления через дроссель 8 связана с газопроводом за регулятором. Благодаря непрерывному потоку газа через дроссель 6 давление перед ним, а следовательно, и в мембранной камере регулирующего клапана всегда больше выходного давления. Перепад давлений на мембране основного регулирующего клапана образует подъемную силу мембраны, которая при любом установившемся режиме работы регулятора уравнивается перепадом давления на основном клапане и весом подвижных частей. Давление перед мембраной регулируется клапаном регулятора управления в зависимости от величины расхода газа и входного давления. Усиление выходного давления на мембрану регулятора управления постоянно сравнивается с заданным при настройке усилием нижней пружины.

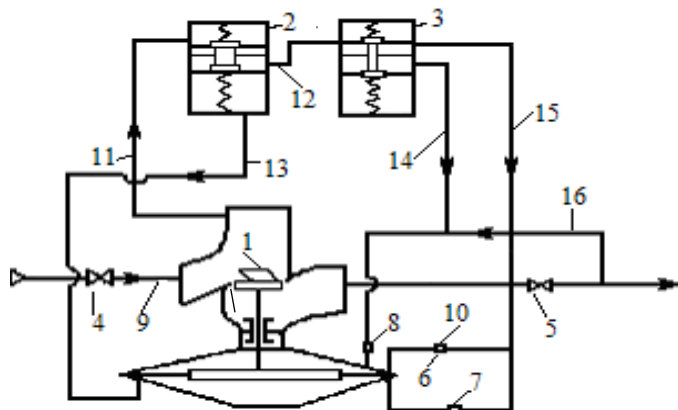


Рис. 5. Схема обвязки регулятора газа РДБК-1Н (непрямого действия):

- 1 – регулирующий клапан; 2 – стабилизирующий клапан; 3 – регулятор управления непрямого действия; 4,5 – задвижки; 6,7,8 – дроссель регулируемый; 9-16 – импульсные трубки (линии связи)

Регулятор управления прямого действия является командным прибором и поддерживает заданное давление у потребителя посредством стабилизации постоянного давления в мембранной камере регулирующего клапана. Схема обвязки РДБК-1П приведена на рис. 6.

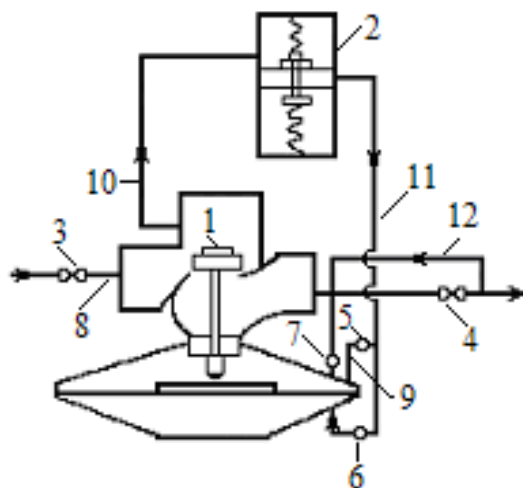


Рис. 6. Схема обвязки регулятора давления газа РДБК-1П
(прямого действия):

1 – регулирующий клапан; 2 – регулятор управления; 3,4 – запорное устройство;
5-7 – дроссель регулирующей; 8-12 – импульсные трубки (линии связи)

Регулятор в исполнении РДБК-1П работает следующим образом: газ входного давления поступает к регулятору управления прямого действия 2. От регулятора управления газ через регулируемый дроссель 6 поступает в подмембранную камеру, а через дроссель 5 – в надмембранную камеру регулирующего клапана. Через дроссель 7 надмембранная камера регулирующего клапана связана с газопроводом за регулятором. Давление в подмембранной камере регулирующего клапана при работе регулятора всегда будет больше выходного давления. Надмембранная камера регулирующего клапана находится под воздействием выходного давления.

Регуляторы РДБК-1Н, РДБК-1П при одновременном изменении расхода газа в диапазоне 2-100 % от максимального и входного давления на величину ± 25 % изменяют выходное давление на величину не более ± 10 % от настроенного выходного давления.

Техническая характеристика регулятора приведена в табл. 7. Определение пропускной способности и подбор регулятора типа РДБК производится аналогично РДУК (см. лабораторную работу № I).

Таблица 6

Техническая характеристика регуляторов давления

Наименование основных параметров	РДБК1-25	РДБК1П-25	РДБК1-50	РДБК1П-50	РДБК1-100	РДБК1П-100
Диаметр условного прохода входного фланца, мм	25	25	50	50	100	100
Диаметр седел клапана, мм	21	21	35	35	50	50
Максимальное входное давление, МПа (кгс/см ²)	1,6(16)	1,6(16)	1,2(12)	1,2(12)	1,2(12)	1,2(12)
Регулируемое выходное давление, МПа (кгс/см ²)	0,001-0,06	0,003-0,06	0,001-0,06	0,03-0,6 (0,3-6)	0,001-0,06 (0,01-0,6)	0,03-0,6 (0,3-6)
Максимальная пропускная способность нм ³ /ч, при нормальных условиях: Тн=273,16К, Рб=0,1013МПа, ρ=0,721кг/м ³ и при входном давлении Р1=0,1МПа, выходном давлении Р2=0,001МПа	(0,01-0,6)	(0,03-0,6)	(0,01-0,6)			
Коэффициент расхода, отнесенный к площади условного прохода	310	310	900	900	1400	2840
входного фланца	0,35	0,35	0,26	0,26	0,21	0,21
Площадь седла клапана f, см ²	5,1	5,1	8,5	8,5	18,5	32,5

4.5. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ГРУ

1. Перед пуском ГРУ студент убеждается, что все оборудование и приборы в исправном состоянии, а запорная арматура закрыта.
2. Пуск ГРУ осуществляется в следующем порядке (см. схему на стенде). Открываются краны перед продувочной свечой, перед фильтром и после фильтра.
3. Включается компрессор и подается сжатый воздух под давлением 0,1-0,15МПа (1-1,5 кгс/см²).
4. Производится настройка предохранительно-запорного клапана (ПЗК) на максимально и минимально допустимое давление газа перед газогорелочными устройствами у потребителя с учетом потерь давления. Вводятся рычаги ПЗК, чтобы удержать его в открытом положении.
5. Вращением настроечной гайки регулятора управления устанавливается заданный режим давления и открывается кран перед ротационным счетчиком.

6. По заданию преподавателя каждый студент устанавливает давление газа в пределах 500-3000 Па (50-300 мм вод.ст.), которое замеряется U - образным манометром.
 7. При установившемся давлении на входе в ГРУ и после регулятора давления газа фиксируются показания ротационного газового счетчика, и делается отсчет за период времени 5 минут.
 8. Изменяется режим потребления газа, снимаются показания всех приборов, и делается отсчет по счетчику за период времени 5 минут. Расход газа приводится к нормальным условиям.
- Опыты проводятся не менее, чем в трех повторениях. После окончания работы делается вывод об устойчивости работы регулятора. Результаты опытов заносятся в табл. 7.

Таблица 7

Результаты измерений

Номер опыта	Давление газа в МПа (кгс/см ²)			Показания счетчика		Расход газа по счетчику		
	на входе в ГРУ	перед фильтром	после фильтра	до опыта	после опыта	V, м ³	V, м ³ /час	V, нм ³ /час
1								
2								
3								

4.6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. На базе какого регулятора сконструированы регуляторы РДБК?
2. Отличие обвязки регулятора РДБК прямого действия от регуляторов типа РДУК.
3. Отличие обвязки регулятора РДБК непрямого действия от регуляторов типа РДУК.
4. Чем отличаются регуляторы РДБК прямого и непрямого действия?

Лабораторная работа №5

ИЗУЧЕНИЕ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ГАЗОРЕГУЛЯТОРНОГО ПУНКТА ШКАФНОГО ТИПА (ШП-2) И ИССЛЕДОВАНИЕ РАСХОДНОЙ И СТАТИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИК РЕГУЛЯТОРА ДАВЛЕНИЯ ГАЗА ПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ

5.1. Цель работы

Освоение методик построения расходной и статической характеристик регулятора давления газа.

5.2. Задание

Снять расходную и статическую характеристики регулятора давления газа при проведении опыта и оценить погрешность регулирования регулятора РД-50М.

5.3. ОПИСАНИЕ И СХЕМА ШКАФНОГО ГАЗОРЕГУЛЯТОРНОГО ПУНКТА (ШП-2)

Шкафная установка с двумя регуляторами РД-50М предназначена для регулирования давления газа с высокого или среднего до низкого и поддержания его на установленном уровне независимо от режима потребления газа жилыми, общественными, коммунально-бытовыми и промышленными потребителями.

Схема ГРП типа ШП-2 представлена на рис.7.

Давление газа на входе $P_1 = 0,1-0,6$ МПа (1-6 кгс/см²);

Давление газа на выходе $P_2 = 900-2000$ Па (90-200 мм вод.ст).

Конструктивно установка представляет собой шкаф с помещенным внутри него оборудованием. Для удобства обслуживания установки технологическое оборудование в шкафу расположено по плоской схеме и шкаф кроме передних дверей имеет боковые дверцы. Предусматривается утепление войлоком и встроен коллектор для присоединения к системе водяного отопления. Шкафная установка состоит из двух технологических ниток: рабочей и резервной, которые оснащены оборудованием.

5.4. ОБОРУДОВАНИЕ И ЕГО НАЗНАЧЕНИЕ

В шкафу размещаются:

1. Регулятор давления типа РД-50М.
2. Сбросной клапан, встроенный в регулятор давления.
3. Предохранительный клапан-отсекатель ПКК-40М.
4. Сетчатый фильтр $D_v 25$.
5. Контрольно-измерительные приборы.

Кроме того, в установку входит ротационный газовый счетчик типа "РГ", который установлен вне шкафа и предназначен для учета расхода газа, поступающего потребителю.

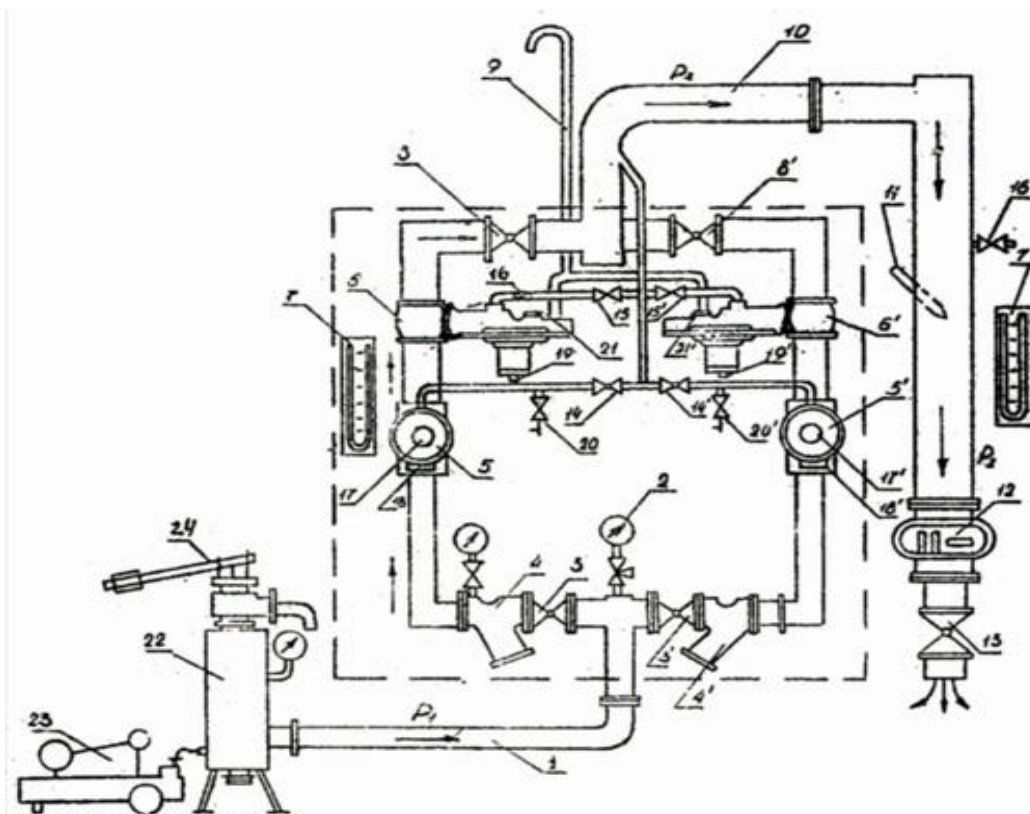


Рис.7. Схема газорегуляторного пункта типа ШП-2:

- 1 – газопровод среднего давления P_1 ; 2 – манометр начального давления;
- 3 – входной кран; 4 – фильтр сетчатый; 5 – предохранительный клапан-отсекатель ПКК-40МС; 6 – РД-50М с предохранительно-сбросным клапаном (21);
- 7 – микроманометр конечного давления; 8 – кран на выходе газа потребителю;
- 9 – выброс газа в атмосферу при срабатывании предохранительно- сбросного клапана (21); 10 – газопровод низкого давления P_2 ; 11 – термометр; 12 – ротационный счетчик; 13 – кран, имитирующий сопротивление газовой сети; 14 – кран импульсной линии ПКК-40МС; 15 – кран импульсной линии конечного давления; 16 – кран микроманометра; 17 – регулировочный стакан ПКК-40М; 18 – пусковая пробка ПКК-40МС; 19 – регулировочный винт РД-50М; 20 – кран с тройником для настройки ПКК-40МС; 21 – сбросной клапан; 22 – ресивер; 23 – компрессор СО-ТА;
- 24 – рычажно-предохранительный клапан

5.5. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ РЕГУЛЯТОРА

Регуляторы давления газа типа РД нашли широкое применение в установках и агрегатах, использующих в небольших количествах газ низкого давления.

Регулятор состоит из двух основных узлов: дроссельного узла и мембранного привода с пружинным управлением (рис. 8). Крестообразный корпус дрос-

сельного узла 4 позволяет подводить газ прямо на клапан или под углом 90° к нему (в лабораторной установке применен последний вариант). Внутри корпуса расположено отверстие, которое перекрывается одностарельчатым клапаном 5 с мягкой резиновой прокладкой.

Через шпindelь 6 и коленчатый вал 7 клапан связан с мембраной приводом регулятора. Привод состоит из плоской мембраны 1, усиленной металлической тарелкой 2 и нагруженной сжатой пружиной 3. Импульс регулируемого конечного давления P_2 отбирается из газопровода после регулятора и подается в подмембранное пространство через штуцер в корпусе регулятора.

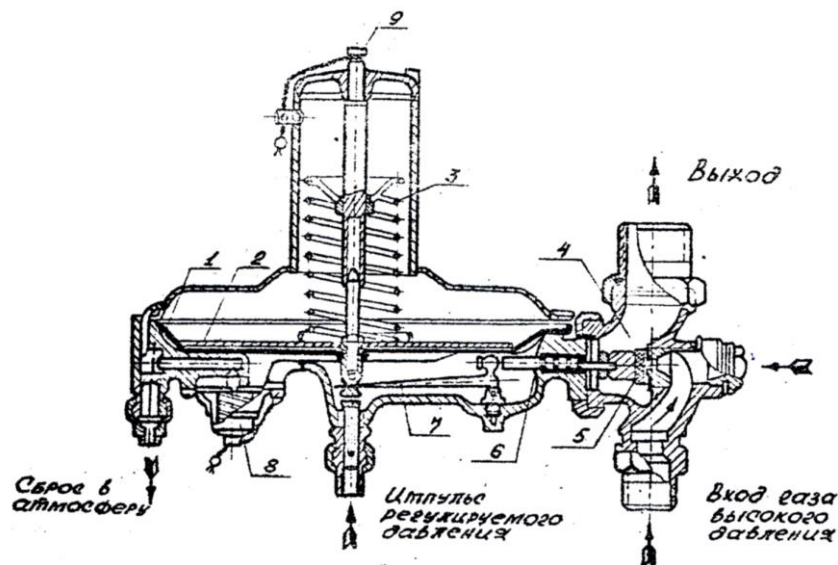


Рис. 8. Регулятор низкого давления РД-50М:

1 – мембрана; 2 – металлическая тарелка; 3 – пружина; 4 – корпус дроссельного органа; 5 – дроссельный клапан; 6 – шпindelь; 7 – коленчатый вал; 8 – предохранительно-сбросной клапан; 9 – винт настройки регулятора на заданное давление газа

При повышении давления газа после регулятора усилие, действующие на мембрану снизу, возрастает и преодолевает силу сжатой пружины 3. Это заставляет мембрану переместиться вверх и привести в движение (через коленчатый вал и шпindelь) регулирующий клапан 5, который несколько больше перекроет отверстие для прохода газа. В результате этого уменьшается расход газа через клапан и давление газа за регулятором понижается вновь до заданного значения. При понижении конечного давления клапан регулятора, наоборот, больше приоткрывается, увеличивая расход газа и повышая регулируемое давление до прежнего его значения.

Регулятор настраивается на какое-либо нужное конечное давление изменением степени сжатия пружины 3 с помощью нажимного винта 9. В регуляторе РД-50М диапазон настройки выходного давления составляет 900-3000 Па (90-300 мм вод.ст.).

В корпус регулятора встроен предохранительный клапан 8 для сброса газа в атмосферу при повышении давления в газопроводе за регулятором сверх мак-

симально допустимого предела (в регуляторе РД-50М предел настройки давления, при котором начинается открытие предохранительного клапана для сброса газа, 3000-3500 Па).

5.6. ПОНЯТИЕ О РАСХОДНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ

Расходной характеристикой называется зависимость объемного расхода газа через клапан от давления газа перед ним P_1 при постоянном давлении газа после регулятора P_2 .

В общем случае расход газа при дросселировании через клапан зависит как от соотношения давлений (P_2/P_1), так и от площади его живого сечения (f). При одной и той же степени открытия клапана (т.е. при $f = \text{пост.}$) постепенное повышение давления газа перед ним (P_1) приводит к возрастанию расхода. Это увеличение расхода продолжается до тех пор, пока уменьшающееся при этом соотношение давлений газа не достигает своего критического значения: $(P_1/P_2)=0,545$.

Соответствующий критический расход газа является максимально возможным для цилиндрического клапана при данной степени его открытия (при дальнейшем повышении давления газа перед регулятором расход газа в этих условиях возрасть не будет).

Однако в процессе работы регулятора, поддерживающего заданное давление P_2 при различных P_1 и переменных расходах газа, регулирующий клапан может иметь самые различные степени открытия: от 0 (клапан полностью закрыт) до f_{max} (клапан полностью открыт). Увеличение площади живого сечения клапана при этом соответствует возрастанию расхода газа (при том же соотношении P_2/P_1).

Расходная характеристика регулятора показывает обобщенную зависимость изменения расхода газа V от суммарного воздействия начального давления газа P_1 и переменной степени открытия клапана. Эта характеристика обычно выражается графически в виде совокупности зависимостей $V = f(P_1)$, каждая из которых относится к какому-либо постоянному значению давления газа P_2 после регулятора.

5.7. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.

Работа выполняется на установке ШП-2, описанной выше (рис. 7). В ходе опытов необходимо снять расходную характеристику при двух различных значениях давления газа после регулятора ($P_2 = \text{пост.}$). Опыты проводятся в следующей последовательности.

1. Произвести пуск установки, включив один компрессор и открыв краны 13 и 3.
2. С помощью крана 13 установить сравнительно небольшой расход воздуха.
3. Установить наименьшее возможное давление газа P_1 перед регулятором 0,05 МПа (0,5 кгс/см²) и заданное преподавателем давление – P_2 .

4. Снять показания приборов при установившемся режиме регулятора и внести их в журнал наблюдений: P_1 , P_2 и расход воздуха (по счетчику).
5. Включить еще один компрессор, увеличив расход воздуха. Повысить давление P_1 перед регулятором. Вращая механизм настройки регулятора, добиться установления прежнего давления P_2 . После этого вновь снять показания приборов и записать P_1 , P_2 и расход воздуха.
6. Аналогично проводятся опыты и при других режимах.
7. Закончив опыты при данном постоянном давлении P_2 , необходимо вновь повторить их при втором значении постоянного давления P_2 после регулятора, заданном преподавателем.
8. По окончании второй серии опытов выключить установку.
9. Используя результаты измерений, подсчитать расходы воздуха в опытах и построить две графические зависимости $V=f(P_1)$ для заданных значений выходного давления P_2 . Предварительно расход газа по счетчику приводят к нормальным условиям. Так как счетчик учитывает объемный расход газа, то для приведения объема газа при рабочих параметрах к нормальным условиям применяют формулу, полученную из уравнения состояния

$$V_H = V_p(P_p T_H) / (P_H T_p), \quad (4)$$

где V_p – объем газа в рабочих условиях, m^3 ;

P_p – абсолютное давление газа в рабочих условиях, кПа (мм рт.ст.);

T_p – абсолютная температура газа в рабочих условиях, К;

P_H – давление газа при нормальных, т.е. стандартных условиях, равное 0,1013 МПа (мм рт.ст);

$T_H = 273,16$ К – абсолютная температура при нормальных условиях.

С учетом известных параметров формула будет иметь вид

$$V_H = V_p(P_p 273,16) / (760 T_p), \text{ нм}^3/\text{ч}. \quad (5)$$

10. Сделать соответствующие выводы из полученных результатов исследования.

В журнал наблюдений (табл. 9) опытные величины заносятся по показаниям приборов, т.е. давление P_1 , снятое по пружинному манометру, в $кгс/см^2$, и давление P_2 , снятое по U-образному водяному манометру, в мм вод. ст.

Таблица 8

Журнал наблюдений и обработка опытных данных

Номер опыта	Опытные величины				Обработка результатов				
	P_1 , кгс/см ²	P_2 , мм.вод.ст.	V , м ³	Δt , с	P_1 , МПа	P_2 , Па	V , м ³ /ч	V , нм ³ /ч	Примеч.
1.									
2.									
3.									

При обработке результатов опыта делается пересчет в систему «СИ».

5.8. ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕГУЛЯТОРА ДАВЛЕНИЯ ГАЗА ТИПА РД-50М

Регулятор давления прямого действия РД-50М осуществляет процесс так называемого пропорционального регулирования. Этот процесс характеризуется тем, что регулирующий орган может занимать любое промежуточное (между крайними) положение в зависимости от расхода газа в данный момент времени и от величины отклонения регулируемого параметра.

При пропорциональном (статическом) регулировании имеет место определенная зависимость между величиной отклонения регулируемого параметра от его номинального значения и положения регулирующего клапана. Это означает, что при различных расходах газа регулятор не поддерживает после себя постоянное давление: при различных расходах газа P_2 несколько отличаются друг от друга, т.е. имеет место так называемая неравномерность регулирования.

Регулятор давления газа типа РД-50М имеет положительную неравномерность: закрытие регулирующего клапана (уменьшение расхода) вызывает возрастание регулируемого давления P_2 после регулятора, а открытие (увеличение расхода) – уменьшение его. На рис. 9 представлена зависимость $P_2=f(V)$ при каком-либо постоянном давлении газа перед регулятором ($P_1=\text{пост.}$). Такая зависимость называется статической характеристикой регулятора. Неравномерность является одним из основных свойств регулятора, влияющих на качество регулирования. Она оценивается величиной степени неравномерности, которая определяется как отношение разности между максимальным и минимальным значениями регулируемого параметра к его среднему значению. Применительно к нашему регулятору давления степень неравномерности определяется следующим образом:

$$\delta = \frac{P_{2\max} - P_{2\min}}{P_{2\text{cp}}} \cdot 100\%,$$

где $(P_2)_{\text{ср}}$ – среднее значение регулируемого параметра в исследованном диапазоне расхода газа.

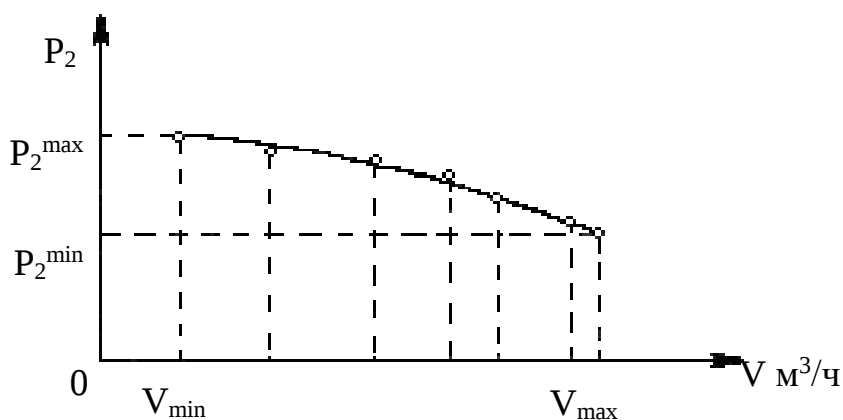


Рис. 9. Статическая характеристика регулятора давления газа $P_2 = f(V)$ при постоянном давлении газа на входе ($P_1 = \text{пост.}$)

Обычно эту величину определяют как полусумму его максимального и минимального значений, хотя это справедливо только при линейной зависимости значений регулируемого параметра (P_2) от положения регулирующего органа.

У статических регуляторов $\delta \neq 0$. Это может сказаться на точности процесса регулирования, если степень неравномерности регулятора будет значительной. Поэтому бывает необходимо экспериментально определять и оценивать степень неравномерности регулятора.

5.9. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Произвести пуск установки (включить один компрессор).
2. Установить небольшой расход воздуха через регулятор, открыв кран, установленный после счетчика (рис. 8).
3. Установить заданное давление P_1 перед регулятором, например 0,15 МПа (1,5 кгс/см²).
4. Снять показания приборов: P_1 , P_2 и расход газа по счетчику.
5. Увеличить расход воздуха через установку (включить еще один компрессор). Не изменяя настройки регулятора, установить перед регулятором прежнее значение давления газа P_1 и вновь измерить указанные выше параметры.
6. Аналогично провести опыты при постепенно увеличиваемых расходах воздуха, т.е. меняя режим потребления, давление P_1 постоянное.
7. Опыт закончить при достижении максимально возможного в данных условиях расхода воздуха, после чего выключить установку.
8. Используя результаты измерений, подсчитать расход воздуха в каждом опыте и построить статическую характеристику регулятора при заданном постоянном значении начального давления P_1 .
9. Подсчитать величину степени неравномерности регулятора.
10. Сделать выводы из полученных результатов исследования.

Таблица 9

Журнал наблюдения и обработки опытных данных

Номер опыта	Опытные величины				Обработка результатов				
	P_1 , кгс/см ²	P_2 , мм.вод.ст.	V , м ³	Δt , с	P_1 , МПа	P_2 , Па	V , м ³ /ч	V , нм ³ /ч	Примеч.
1.									
2.									
3.									

Лабораторная работа №6

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И НАСТРОЙКА ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНО-ЗАПОРНОГО КЛАПАНА ПКК-40МС

6.1. Цель работы

Изучение устройства, принципа действия и способов настройки малогабаритного клапана ПКК-40МС.

6.2. Задание

1. Исследовать работу клапана при изменении конечного и начального давления газа.
2. Сделать выводы по результатам проведенных исследований.

6.3. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ КЛАПАНА

Предохранительно-запорные клапаны устанавливаются на ГРП, ШРП, ГРУ для защиты газовых сетей и установок от повышения или понижения давления сверх максимально или минимально допустимых пределов при неисправности регулятора давления или других аварийных причинах. Предохранительный запорный клапан автоматически прекращает подачу газа потребителям. При этом включить газ вновь может лишь обслуживающий персонал, который предварительно должен установить причину, вызвавшую срабатывание предохранительного клапана.

В шкафных газорегуляторных установках широко используется малогабаритный предохранительно-запорный клапан ПКК-40 МС.

Контролируемое конечное давление, при повышении которого перекрывается клапан и прекращается доступ газа к регулятору, составляет 0,15-5 кПа (150-500 мм вод.ст.). Клапан производит также отсечку поступления газа при падении начального давления ниже 15 кПа (0,15 кгс/см²).

В отличие от клапанов других типов клапана ПКК-40МС не имеет кинематических устройств, что значительно упрощает его конструкцию и эксплуатацию, уменьшает габариты.

Для открытия (включения клапана) отвертывают пусковую пробку 2 (рис. 12). При этом мембранная камера 8 сообщается с атмосферой через отверстие. Входное давление газа поднимает мембрану вместе со штоком и клапаном 6 в крайнее верхнее положение, при котором отверстие в штоке клапана 6 закрывается резиновым уплотнением, имеющимся в клапане верхней мембраны. При этом прекращается поступление газа из подмембранной полости в мембранную камеру. Затем пусковая пробка 2 заворачивается, после чего мембранная камера больше не сообщается с атмосферой. Через открытый основной клапан 6 газ по-

ступает в регулятор давления и далее, после снижения давления газа, к потребителю.

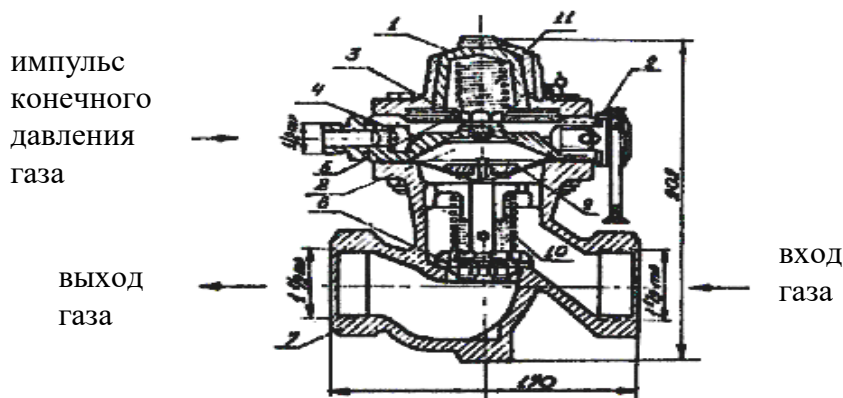


Рис.10. Предохранительно-запорный клапан ПКК-40МС:

- 1 – регулировочный стакан; 2 – пусковая пробка; 3 – клапан верхний;
4 – обратный клапан; 5 – верхняя мембрана; 6 – основной клапан; 7 – корпус клапана;
8 – мембранная камера; 9 – нижняя мембрана; 10 – нижняя пружина;
11 – верхняя пружина

Импульс конечного давления газа после регулятора поступает через штуцер в камеру 8. Если контролируемое давление газа за регулятором возрастает выше предела, установленного нагрузкой пружины 11, мембрана 5 переместится вверх. При этом откроется отверстие в штоке клапана 3. Давление в камере 8 поднимается, мембрана 9 опустится вниз под действием пружины 10. Основной клапан 6 произведет отсечку газа. Самопроизвольное открытие клапана исключается из-за равенства давлений, действующих на мембрану 9 сверху и снизу. При падении начального давления ниже 15 кПа (0,15 кгс/см²) поступление газа в регулятор прекращается, так как усилие от давления газа на мембрану 9 при этом станет меньше усилия сжатой пружины 10, действующей на клапан 6. Тогда мембрана 9 опустится под действием этой пружины, и основной клапан 6 закроется.

Настройка клапана на нужное давление (при повышении контролируемого давления) производится за счет изменения степени сжатия пружины 11 при ввертывании или вывертывании регулировочного стакана.

6.4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с особенностями компоновки клапана в лабораторной установке (размещение клапана, подвод импульса, механизм настройки и др.).
2. Научиться настраивать клапан на давление, при котором он срабатывает.
3. Вывернув пусковую пробку, подготовить клапан к открытию. До предела ослабить настроечную пружину клапана.

4. Произвести пуск установки, установив какой-либо расход воздуха через нее. Ввернуть пусковую пробку.

Воздействуя на механизм настройки регулятора давления и изменяя расход воздуха, медленно повышать давление за регулятором, наблюдая за показаниями жидкостного манометра. Конечное давление повышается до тех пор, пока не срабатывает предохранительно-запорный клапан. В момент закрытия его отметить величину давления, при котором произошло отключение, и записать это значение.

6. Ввернув нажимной колпачок, настроить клапан ПКК-40 на более высокое давление срабатывания.

7. Подготовить клапан к открытию (вывернуть пусковую пробку) и вновь произвести пуск установки. Пусковую пробку ввернуть до предела в корпус клапана.

8. С помощью запорного вентиля (выключить один компрессор) медленно понижать входное давление, ориентировочно контролируя его величину по образцовому пружинному манометру. Заметить при каком давлении сработает клапан, прекращающий подачу газа к регулятору при чрезмерном снижении начального давления.

9. Результаты измерений занести в журнал наблюдений.

10. Выключить компрессор.

11. Сделать выводы по результатам опытов.

Результаты измерений занести в табл. 10.

Таблица 10

Журнал наблюдений и обработка опытных данных

Номер опыта	Входное давление				Давление на- стройки клапана по верхнему пределу		Давление, при ко- тором клапан сра- батывает		Примеча- ние
	начальное		При котором срабатывает клапан						
	P ₁ , кгс/см ²	P ₁ , МПа	P ₂ , кгс/см ²	P ₂ , МПа	P ₃ , мм.вод.ст.	P ₃ , кПа	P ₄ , мм.вод.ст.	P ₄ , кПа	
1									
2									
3									

6.5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Конструкция и принцип работы предохранительно-запорного клапана ПКК-40МС.

2. Настройка клапана на заданное давление.

3. Особенности компоновки клапана в ШП-2.

Лабораторная работа №7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ГАЗОВОГО ФИЛЬТРА

7.1. Цель работы

Изучение конструкции и принципа действия газовых фильтров, применяемых в установках ГРП, ШРП, ГРУ.

7.2. Задание

1. Определить экспериментальным путем сопротивление газового фильтра шкафной установки.
2. Определить расчетным путем коэффициент гидравлического сопротивления.

7.3. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Газовый фильтр устанавливается в газорегуляторных пунктах перед предохранительно-запорными клапанами и предназначен для очистки газа от механических примесей.

Фильтр состоит из корпуса и обоймы, обтянутой мелкоячеистой металлической сеткой. Обойма вынимается из корпуса для периодической прочистки сетки, которая постепенно засоряется пылью и другими твердыми частицами, улавливаемыми из газа. Корпус фильтра снабжен двумя штуцерами для замера перепада давления в фильтре. По условиям механической прочности сетки разность начального и конечного давлений в фильтре не должны превышать 10 кПа. В незагруженном состоянии фильтр должен иметь сопротивление не более 4 – 5 кПа.

7.4. РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ГАЗОВОГО ФИЛЬТРА

Фильтр можно рассматривать как местное сопротивление, величина которого определяется по общеизвестной формуле

$$\Delta P_{\phi} = \xi \omega \rho / (2g), \quad (6)$$

где ω – скорость газа, м/с; ρ – плотность газа, кг/м³; ξ – коэффициент местного сопротивления.

Выражая скорость газа ω через его расход V и учитывая зависимость расхода и плотность газа от давления P_1 , получим следующую формулу:

$$\Delta P_{\phi} = AV^2 \rho / P_1, \text{ Па} , \quad (7)$$

где A – коэффициент, постоянный для данного фильтра; V - расход газа через фильтр, $\text{м}^3/\text{ч}$; P_1 – давление поступающего газа, МПа ($\text{кгс}/\text{см}^2$).

Тогда коэффициент гидравлического сопротивления фильтра может быть определен по результатам опытных измерений.

$$A = (\Delta P_{\phi} P_1) / (\rho V^2) . \quad (8)$$

При выполнении данной работы гидравлическое сопротивление ΔP_{ϕ} определяется по показаниям манометра. Давление газа P в фильтре принимается равным входному давлению в ШРП и снимается по входному манометру.

Расход газа через фильтр V измеряется с помощью газового счетчика за определенное время. Плотность в условиях проведения опыта равна $1,293 \text{ кг}/\text{м}^3$ (для воздуха).

7.5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Перед пуском установки открыть краны и вентили и включить компрессорную установку.

Путем регулирования режима потребления обеспечить сравнительно небольшой расход воздуха через фильтр.

После достижения установившегося режима приступить к снятию показаний приборов P_{ϕ} и P_1 , а также замерить расход воздуха V с помощью ротационного счетчика.

Увеличить расход воздуха через установку и вновь измерить указанные выше параметры.

Аналогично провести опыты при других параметрах, постепенно увеличивая расходы воздуха.

При достижении максимально возможного расхода производятся последние измерения, после чего установка выключается.

Используя результаты измерений, определить расход воздуха в каждом из опытов по показаниям счетчика и привести к нормальным условиям (см. лабораторную работу № 1). Давление P_1 , снятое по манометру, необходимо привести к абсолютному значению.

Определить среднее (изо всех опытов) значение коэффициента $A_{\text{ср}}$, характеризующее гидравлическое сопротивление газового сетчатого фильтра, и сделать выводы по результатам исследований.

Таблица 11

Результаты измерений

Номер опыта	Давления га- за перед фильтром Р ₁ ,МПа	Гидравли- ческое со- противление фильтра Р _ф ,Па	Показания счет- чика		Расход газа по счетчи- ку V, м ³	Время прове- дения опыта t, мин	Расход газа	
			до опыта	после опыта			V, м ³ /ч	V, нм ³ /ч
1								
2								
3								

7.6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Конструкция, принцип действия газового фильтра.
2. Определение сопротивления газового фильтра расчетным путем.
3. Определение сопротивления газового фильтра опытным путем.

Лабораторная работа №8

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ РЕГУЛЯТОРА ДАВЛЕНИЯ РДНК-400 (РДНК-1000, РДНК-У, РДНК-50)

8.1. Цель работы

Ознакомление с принципиальной схемой установки регулятора в ГРП шкафного типа.

8.2. Задание

1. Изучить правила пуска и эксплуатации сетевого и шкафного газорегуляторных пунктов с регуляторами типа РДНК (ГРПШ-2).
2. Изучить схему ГРП шкафного типа на базе РДНК-400.
3. Составить отчет о выполненной работе с вычерчиванием и описанием схемы ГРПШ-2.

8.3. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Регуляторы типа РДНК устанавливают в газорегуляторных пунктах шкафного типа (ГРПШ) для снижения высокого давления газа на низкое или среднее и поддержания его на заданном уровне в системах газоснабжения общественных, коммунально-бытовых зданий, промышленных и сельскохозяйственных предприятий.

В комбинированном регуляторе сконпонованы, соединены и независимо работают устройства: непосредственно регулятор давления, автоматическое отключающее устройство, сбросной клапан, фильтр для отделения пыли.

Регулятор давления является устройством, где мембрана и рабочий клапан с седлом одновременно выполняют функции отключающего устройства.

Рабочий клапан посредством рычажного механизма соединен с рабочей мембраной. В мембране находится сбросной клапан со сменной пружиной настройки с учетом максимально допустимого давления у потребителя.

В крышке мембранной камеры имеется штуцер для сброса газа в атмосферу. Пружина, находящаяся в стакане регулятора, предназначена для настройки выходного давления. Пружины могут быть сменными в зависимости от величины входного и выходного давления газа.

Из рис. 11 видно, что подаваемый газ среднего или высокого давления проходит через входной патрубок, сетчатый фильтр 7 и, проходя через щель между рабочим клапаном и седлом регулятора, редуцируется до низкого давления и по выходному патрубку поступает к потребителю.

Импульс от выходного давления передается в подмембранную полость отключающего устройства по импульсным трубкам с кранами 21, 23. Основные параметры газорегуляторных пунктов шкафного типа (ГРПШ-2) приведены в табл. 12.

Таблица 12

Основные параметры и размеры газорегуляторных пунктов

Наименование параметра или размера	Величина по типам исполнения			
	ГРПШ-2 с РДНК-400	ГРПШ-2 с РДНК-1000	ГРПШ-2 с РДНК-У	ГРПШ-2 РДНК-50
Регулируемая среда	природный газ по ГОСТ 5542-87 сжиженные газы по ГОСТ 20448-90			
Максимальное давление на входе, МПа (кгс/см ²)	0,6(6)		1,2(12)	0,6(6)
Диапазон настройки выходного давления, МПа (кгс/см ²)	0,002-0,0035 (0,02-0,035)		0,02-0,1 (0,2-1)	
Максимальная пропускная способность, м ³ /ч:				
а) для ГРПШ с одним регулятором в линии редуцирования	300	900	1000	300
б) для ГРПШ с двумя регуляторами в линии редуцирования	600	1800	2000	600
Габаритные размеры, мм:				
длина	850	850	850	850
ширина	648	648	648	648
высота	1150	1150	1150	1150

Настройка предохранительных клапанов на срабатывание должна соответствовать следующим величинам:

запорный клапан – 1,25 Р выходного,

сбросной клапан – 1,15 Р выходного.

В случае повышения давления на выходе регулятора до 2,8 кПа открывается сбросной клапан, обеспечивая выброс газа в атмосферу через свечу.

8.4. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ ГРПШ-2

Газорегуляторный пункт шкафной состоит из шкафа 1 (рис. 7), в котором смонтирована основная нитка 2 и байпасная 3.

Основная нитка состоит из одного регулятора или из двух параллельно подключенных регуляторов 9,24, крана (вентиля) входного 4, фильтра газового 7 и выходного крана (вентиля) 12. К каждому регулятору подведены импульсные линии, с кранами 21,23.

Для замера давления газа на входе имеется манометр 20, а на выходе – мановакуумметр 18 или манометр 18.

При ремонте технологического оборудования подача газа к потребителю осуществляется через обводную линию (байпас), на которой установлены два крана (вентили) запорный 16, регулирующий 13 и манометр 17.

Для сброса газа при ремонте технологического оборудования предусмотрены сбросные трубопроводы с кранами 5, 14.

Фильтр газовый 7 предназначен для очистки газа от механических примесей. Степень загрязнения фильтра определяется по перепаду давления до и после фильтра. Перепад давления должен измеряться манометрами образцовыми или дифманометром, подсоединяемым к кранам трехходовым, установленным на фильтре.

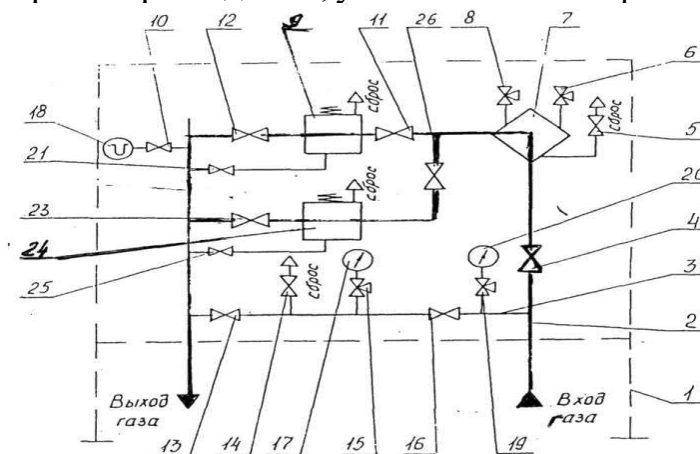


Рис. 11. Принципиальная схема газорегуляторного пункта шкафного ГРПШ-2 с РДНК-400 (РДНК-У, РДНК-1000, РДНК-50):

1 – шкаф; 2 – основная линия редуцирования; 3 – байпасная нитка; 4, 12 – краны (вентили) Ду 50 (Ду 32); 5, 14 – краны (вентили) Ду 20; 6, 8, 15; 19 – краны трехходовые; 7 – фильтр газовый; 9 – регулятор давления газа РДНК-400 (РДНК-У, РДНК-1000, РДНК-50);

10, 21, 23 – краны Ду 15; 13, 16 – краны (вентили) Ду 32; 17, 20 – манометр;

18 – мановакуумметр или манометр

Примечание: позиции 17, 18 и 20 устанавливаются по отдельному требованию заказчика.

Газорегуляторный пункт должен устанавливаться так, чтобы направление движения потока газа совпадало с направлением стрелок на фильтре и регуляторе давления газа.

На дверках шкафа должна быть нанесена красной эмалью надпись: "ГАЗ – ОПАСНО".

Пункт должен быть заземлен в соответствии с требованиями ПУЭ ("Правил установки электроустановок").

Подача газа потребителю по обводной линии (байпасу) допускается только в течение времени, необходимого для ремонта основного оборудования, при постоянном наблюдении дежурного. Перед монтажом газорегуляторный пункт должен быть расконсервирован, остатки смазки не допускаются.

Необходимо проверить комплектность поставки и ознакомиться с работой основных комплектующих узлов по паспортам и инструкциям по эксплуатации, а также проверить газорегуляторный пункт наружным осмотром на отсутствие механических повреждений.

Монтаж газорегуляторного пункта проводится специализированной строительной-монтажной организацией в соответствии с утвержденным планом (проектом).

Газорегуляторный пункт должен устанавливаться и монтироваться в соответствии с СНиП 42-01-2002, СНиП 3.05.02-88. Высота установки должна быть не более двух метров. При установке газорегуляторного пункта на высоте более 2 м предусмотреть площадки для обслуживания.

Продувочные и сбросные трубопроводы вывести на необходимую высоту согласно СНиП 42-01-2002.

Смонтированный и испытанный согласно "Правилам безопасности в газовом хозяйстве" Госгортехнадзора Российской Федерации и СНиП 3.05.02-88 газорегуляторный пункт может быть принят к эксплуатации.

Запуск газорегуляторного пункта производится в следующей последовательности.

Полностью открыть кран 12 (рис. 11) за регулятором, затем плавно открывать кран 4 на входе.

По мановакуумметру 18, предварительно подсоединенному к ниппелю крана 10, проверить давление на выходе. Оно должно соответствовать заданному по проекту. В процессе работы газорегуляторные пункты должны подвергаться систематическому осмотру и техническому обслуживанию.

Периодическому осмотру подлежат регулятор давления и фильтр. Сроки осмотров устанавливаются в соответствии с паспортами на данное оборудование.

Систематически, в соответствии с графиком, утвержденным в установленном порядке, проверяется герметичность резьбовых и фланцевых соединений.

Проверка производится мыльной эмульсией.

Утечка газа не допускается.

Один раз в год манометры в процессе эксплуатации должны проходить проверку.

8.5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Принцип работы регулятора давления газа, предохранительно-запорного и сбросного клапанов (отключающего устройства).
2. Настройка регулятора давления газа и отключающего устройства, диапазоны настройки.
3. Устройство и принцип работы ГРПШ-2.
4. Когда допускается эксплуатация ГРПШ-2 с переходом на байпас?

Библиографический список

1. СНиП 42-01-2002. Газораспределительные системы. – Введ. 2002-12-23. – М.: ГУП ЦПП, 2003. – 42 с.
2. Инструкция по монтажу и эксплуатации газорегуляторных пунктов шкафного типа ШП-2, ГРПШ-2. – М., 1992. – 21 с.
3. Кязимов, К.Г. Справочник работника газового хозяйства / К.Г. Кязимов. – М.: Высшая школа, 2006. – 278 с.
4. ПБ 12-529-03. Правила безопасности систем газораспределения и газопотребления. – Введ. 2003-03-18. – М.: ПИО ОБТ, 2003. – 75 с.
5. Ионин, А.А. Газоснабжение: учеб. для вузов / А.А. Ионин. – М.: Стройиздат, 1989. – 439 с.
6. Газовое оборудование, приборы и арматура: справочное пособие / Под ред. Н.И. Рябцева. – М.: Недра, 1989. – 526 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
Общие положения и техническая характеристика регулятора давления газа.....	3
Лабораторная работа №1. Изучение конструкции и принципа действия регуля- тора давления газа непрямого действия	6
Лабораторная работа №2. Изучение конструкции и принципа действия предо- хранительно – запорной арматуры и газовых счетчиков.....	12
Лабораторная работа №3. Изучение функционирования действующего ГРП на сжатом воздухе.....	16
Лабораторная работа №4. Исследование газорегуляторной установки (ГРУ) на базе регулятора давления газа типа РДБК.....	21
Лабораторная работа №5. Изучение действующего газорегуляторного пункта шкафного типа (ШП-2) и исследование расходной и статической харак- теристик регулятора давления газа прямого действия.....	27
Лабораторная работа №6. Изучение конструкции и настройка предохранитель- но – запорного клапана ПКК-40МС.....	34
Лабораторная работа №7. Определение гидравлического сопротивления газово- го фильтра.....	37
Лабораторная работа №8. Изучение конструкции и принципа действия регуля- тора давления РДНК-400 (РДНК-1000; РДНК-У; РДНК-50).....	39

ГАЗОРЕГУЛЯТОРНЫЕ ПУНКТЫ И УСТАНОВКИ

Методические указания
к выполнению лабораторных работ по газоснабжению
для студентов бакалавриата направлений 08.03.01 «Строительство»,
13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», 07.03.04 «Градостроительство»,
21.03.01 «Нефтегазовое дело» и магистрантов направлений
08.04.01 «Строительство», 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»,
07.04.04 «Градостроительство», 21.04.01 «Нефтегазовое дело»
всех форм обучения

Составители: д.т.н. Мелькумов Виктор Нарбенович,
д.т.н. Панов Михаил Яковлевич,
к.т.н. Мартыненко Галина Николаевна,
асс. Попова Наталья Михайловна

Подписано в печать 06.11. 2015. Формат 60х84 1/16. Уч.-изд. л. 2,8.
Усл.-печ. л. 2,9.

394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84