

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

Воронежский государственный технический университет

Кафедра теплогазоснабжения и нефтегазового дела

АРМАТУРА ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ

МЕТОДИЧЕСКОЕ УКАЗАНИЕ

*к практическим занятиям и самостоятельной работе
для студентов направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
(профиль «Проектирование, строительство и эксплуатация газонефтепроводов
и газонефтехранилищ»)*

Воронеж 2023

УДК 621.646(07)
ББК 39.77я7

Составители:

канд. тех. наук З. С. Гасанов,
ст. преподаватель Е. С. Аралов

Арматура трубопроводных систем: методическое указание к практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело» (профиль «Проектирование, строительство и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ») / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: З.С. Гасанов, Е.С. Аралов. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2023. – 24 с.

Изложен краткий теоретический материал, рассмотрены задания и примеры выполнения работ, в соответствии с программой учебной дисциплины и списком рекомендуемой литературы.

Предназначены для студентов направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело» (профиль «Проектирование, строительство и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ»).

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле АТС.2023.pdf.

Ил. 6. Табл. 16. Библиогр.: 4 назв.

УДК 621.646(07)
ББК 39.77я7

Рецензент – М. Н. Жерлыкина, канд. тех. наук, доц. кафедры
жилищно-коммунального хозяйства ВГТУ

*Издается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. МЕТОД РАСЧЕТА РЕГУЛЯТОРА ВЫХОДНОГО ДАВЛЕНИЯ (ПОСЛЕ СЕБЯ).....	5
1.1. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ.....	7
2. МЕТОД РАСЧЕТА РЕГУЛЯТОРА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ.....	8
2.1. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ.....	13
3. МЕТОД РАСЧЕТА ДВУХХОДОВОГО КЛАПАНА.....	13
3.1. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ.....	17
4. МЕТОД РАСЧЕТА ТРЕХХОДОВОГО СМЕСИТЕЛЬНОГО КЛАПАНА.....	18
4.1. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ.....	21
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	23

ВВЕДЕНИЕ

Практические занятия по дисциплине «Арматура трубопроводных систем» является важным этапом учебного процесса, в котором используются знания, полученные в период обучения.

В настоящем методическом указании изложен краткий теоретический материал для выполнения практических заданий, в соответствии с программой дисциплины, который соответствует требованиям Государственного образовательного стандарта к минимальному уровню подготовки выпускников данной специальности.

Целью практических занятий является закрепление теоретических знаний, полученные обучающимися на лекционных и практических занятиях, улучшение навыков выполнения расчетов для подбора основных критериев подходящего типа и размера трубопроводной арматуры.

1. МЕТОД РАСЧЕТА РЕГУЛЯТОРА ВЫХОДНОГО ДАВЛЕНИЯ (ПОСЛЕ СЕБЯ)

Таблица 1.1

Исходные данные

Параметры	Значения
Среда-газ	10 °С
Статическое давление в точке присоединения	$p_1 = 900 \text{ кПа} = 9 \text{ бар}$
Требуемое выходное давление	$p_2 = 600 \text{ кПа} = 6 \text{ бар}$
Номинальный перепад давления клапана	$\Delta p_{ПВД} = 100 \text{ кПа} = 1 \text{ бар}$
Номинальный расход	$Q_{НОМ} = 10 \text{ м}^3/\text{час}$

Для выбора клапана необходимо рассчитать требуемую величину K_V при параметрах, на которых будет работать клапан с помощью выражения:

$$K_V = \frac{Q_{НОМ}}{\sqrt{\Delta p_{ПВД}}}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (1.1)$$

где K_V – коэффициент пропускной способности, $\text{м}^3/\text{ч}$; $Q_{НОМ}$ – номинальный расход, $\text{м}^3/\text{ч}$; $\Delta p_{ПВД}$ – номинальный перепад давления клапана, бар.

$$K_V = \frac{10}{\sqrt{1}} = 10 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Требуемая минимальная пропускная способность клапана K_{VS} на 10-30% больше чем K_V , получаем что:

$$K_{VS} = (1,1 \div 1,3) \cdot K_V, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (1.2)$$

$$K_{VS} = (1,1 \div 1,3) \cdot 10 = 11 \div 13 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Расчет K_V намерено сделан для $\Delta p_{ПВД} = 1$ бар. Эта корректировка расчетных параметров обеспечивает достаточную мощность клапана при колебаниях входного давления. На практике можно определять K_V по действительному значению Δp , но потом необходимо использовать максимальное значение из каталога.

Из серийно производимого ряда значений табл.1.2 выбираем ближайшее самое высокое значение, то есть $K_{VS} = 12,5 \text{ м}^3/\text{ч}$. Этому значению соответствует диаметр DN40.

Пропускная способность клапана K_{vs}

DN	15	20	25	32	40	50
K_{vs} , м ³ /час	2	3,2	5	8	12,5	20

По табл. 1.3 выбираем регулятор давления DN 40, PN 16, имеющий диапазон настройки выходного давления от 0,3 МПа до 1,0 МПа, с манометром. В соответствии с пунктом «обозначение регулятора давления» присваиваем типовой номер: RD 103 V14 16/40-40.

Параметры обозначения регулятора давления

		XX	XXX	XXX	-	XX	/	XX	-	XXX
1. Вентиль	Регулятор давления прямого действия	RD								
2. Обозначение типа	Вентиль из бронзы – резьбовой		102							
	Вентиль из серого чугуна - фланцевый		103							
3. Функция	Регулятор дифференциального давления			D						
4. Исполнение	Без манометров			3						
	С манометрами			4						
5. Диапазонные настройки выходного давления	0,025 до 0,1 МПа			1						
	0,08 до 0,3 МПа			2						
	0,2 до 0,65 МПа			3						
	0,3 до 1,0 МПа			4						
6. Условное давление PN	PN 16					16				
7. Рабочая темп °С							40			
8. Условный диаметр	DN									XX

Требуемое значение выходного давления устанавливается во время монтажа при помощи регулирующего винта по показанию манометра.

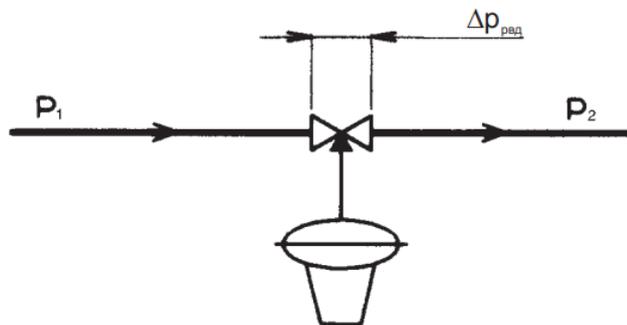


Рис. 1.1. Типовая схема присоединения регулирующей линии с регулятором выходного давления с прямым входом редуцированного давления

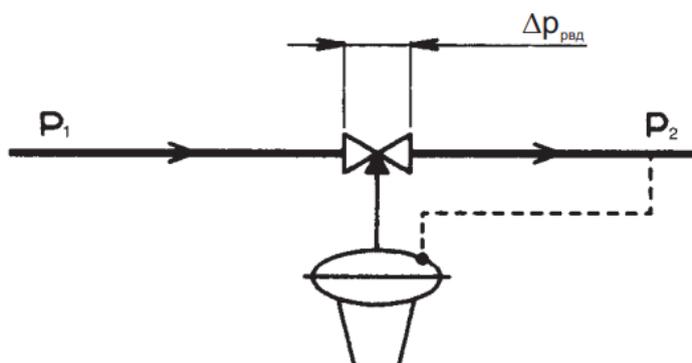


Рис. 1.2. Типовая схема присоединения регулирующей линии с регулятором выходного давления с входом редуцированного давления с помощью отбора из трубопровода

1.1. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

Таблица 1.4

Исходные данные

№ варианта	Вода, $t, ^\circ\text{C}$	Статистическое давление в точке присоединения p_1 , бар	Требуемое выходное давление p_2 , бар	Номинальный перепад давления клапана $\Delta p_{ПВД}$, бар	Номинальный расход $Q_{НОМ}$, $\text{м}^3/\text{ч}$
1	5	9	6	0,9	15
2	6	9	6	0,91	14
3	7	9	6	0,92	13
4	8	9	6	0,93	12
5	9	9	6	0,94	11
6	11	9	6	0,95	10
7	12	9	6	0,96	9

№ варианта	Вода, t , °С	Статистическое давление в точке присоединения p_1 , бар	Требуемое выходное давление p_2 , бар	Номинальный перепад давления клапана $\Delta p_{ПВД}$, бар	Номинальный расход $Q_{НОМ}$, м ³ /ч
8	13	9	6	0,97	8
9	14	9	6	0,98	7
10	15	9	6	0,99	6
11	16	9	6	1,0	5
12	17	9	6	1,01	4
13	18	9	6	1,02	3
14	19	9	6	1,03	2
15	20	9	6	1,04	1
16	21	9	6	1,05	2
17	22	9	6	1,1	4
18	23	9	6	1,11	6
19	24	9	6	1,12	8
20	25	9	6	1,13	9

2. МЕТОД РАСЧЕТА РЕГУЛЯТОРА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ

Таблица 2.1

Исходные данные

Параметры	Значения
Среда-газ	15 °С
Статическое давление в точке присоединения	800 кПа = 8 бар
$\Delta p_{ДОСТУП}$	110 кПа = 1,1 бар
$\Delta p_{ТРУБОПР}$	10 кПа = 0,1 бар
$\Delta p_{ТЕПЛООБМ}$	20 кПа = 0,2 бар
$\Delta p_{РЕГУЛЯТОРА}$	30 кПа = 0,3 бар
Номинальный расход	$Q_{НОМ} = 12$ м ³ /час

Сначала рассчитаем значение K_V регулятора дифференциального давления из отношения:

$$K_V = \frac{Q_{НОМ}}{\sqrt{\Delta p_{RDT}}}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (2.1)$$

$$\Delta p_{RDT} = \Delta p_{ДОСТУП} - \Delta p_{СЕТИ};$$

$$\Delta p_{СЕТИ} = \Delta p_{РЕГУЛЯТОРА} + \Delta p_{ТЕПЛООБМ} + \Delta p_{ТРУБОПР}$$

$$\Delta p_{RDT} = 110 - (30 + 20 + 10) = 50 \text{ кПа (0,5 бар)}$$

$$K_V = \frac{Q_{НОМ}}{\sqrt{\Delta p_{RDT}}} = \frac{12}{\sqrt{0,5}} = 17, \text{ м}^3/\text{ч}$$

Предохранительный припуск на рабочий допуск (при условии, что расход Q не был превышен):

$$K_{VS} = (1,1 \div 1,3) \cdot K_V, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (2.2)$$

$$K_{VS} = (1,1 \div 1,3) \cdot 17 = 18,7 \div 22,1 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Из серийно производимого ряда K_{VS} значений выбираем ближайшее самое высокое K_{VS} значение, т.е. $K_{VS} = 21 \text{ м}^3/\text{ч}$. Этому значению соответствует диаметр в свету DN 40.

Таблица 2.2

Расходные коэффициенты K_{VS}

DN	$K_{VS}, \text{ м}^3/\text{ч}$				
	1	2	3	4	5
15	5	2,5	1,6	1,0	0,63
20	8	—	—	—	—
25	10	—	—	—	—
32	15	—	—	—	—
40	21	—	—	—	—
50	32	—	—	—	—

Затем определяем требуемое дифференциальное давление регулятора, которое дано суммой потерь давления защищенного участка.

$$\Delta p_{СЕТИ} = \Delta p_{РЕГУЛЯТОРА} + \Delta p_{ТЕПЛООБМ} + \Delta p_{ТРУБОПР} = 30 + 20 + 10 = 60 \text{ кПа}$$

Выбираем по каталожному листу для регуляторов RD 122: резьбовой регулятор дифференциального давления DN40, имеющий диапазон настройки дифференциального давления 25 - 70 кПа, и получаем типовой номер RD 122 D 2211 25/40-40Т.

Таблица 2.3

Схема составления полного типового номера вентилей RD 122 D

		XX	XXX	X	XXXX	XX	/	XX	-	XX	/	X	
1. Вентиль	Регулятор давления прямого действия	RD											
2. Обозначение типа	Разгруженный		122										
3. Функция	Регулятор дифференциального давления			D									
4. Исполнение	С жестко установленным давлением				1								
	С регул. диапазоном давления, мембран 63 см ²				2								
	С регул. диапазоном давления, мембран 26 см ²				3								
	С регул. диапазоном давления, мембран 26 см ² с манометрами				4								
5. Диапазон настройки 1) В данном диапазоне на допускается, чтобы максимальное дифференциальное давление на арматуре превысило 0,2 МПа	DN 15 до 25	10 кПа				11							
		15-60 кПа (красный)				22							
		30-210 кПа (красный+желтый)				23							
		60-400 кПа (красный+черный)				24							
	DN 32 до 50	10 кПа ¹⁾				10							
		20 кПа				11							
		15-60 кПа ¹⁾ (красный)				20							
		25-70 кПа (красный)				22							
		40-220 кПа (красный+желтый)				23							

			XX	XXX	X	XXXX	XX	/	XX	-	XX	/	X
		70-420 кПа (красный+ черный)				24							
	DN 15 до 50	150-550 кПа (красный+ желтый)				33							
		220-1000 кПа (красный+ черный)				34							
	DN 15 до 50	150-550 кПа (красный+ желтый)				43							
		220-1000 кПа (красный+ черный)				44							
	6. Импульс. трубопровод	Стандартный 1,6 м					1						
Удлиненный 2,5 м					2								
Стандартный 1,6 м с краном R ¼					3								
Удлиненный 2,5 м с краном R ¼					4								
Другое использование по договоренности					9								
7. Kvs	Номер столбика согласно таблице K_{vs}					X							
8. Условное давление PN	PN 25						25						
9. Рабочая темп. °C	40 °C							40					
	50 °C							50					
10. Условный диаметр	DN 15 до 50									XX			
11. Присоединение	Винтовое нарезное												T
	Фланец PN 25 с грубым уплотнительным выступом												F
	Приварное нарезное												W

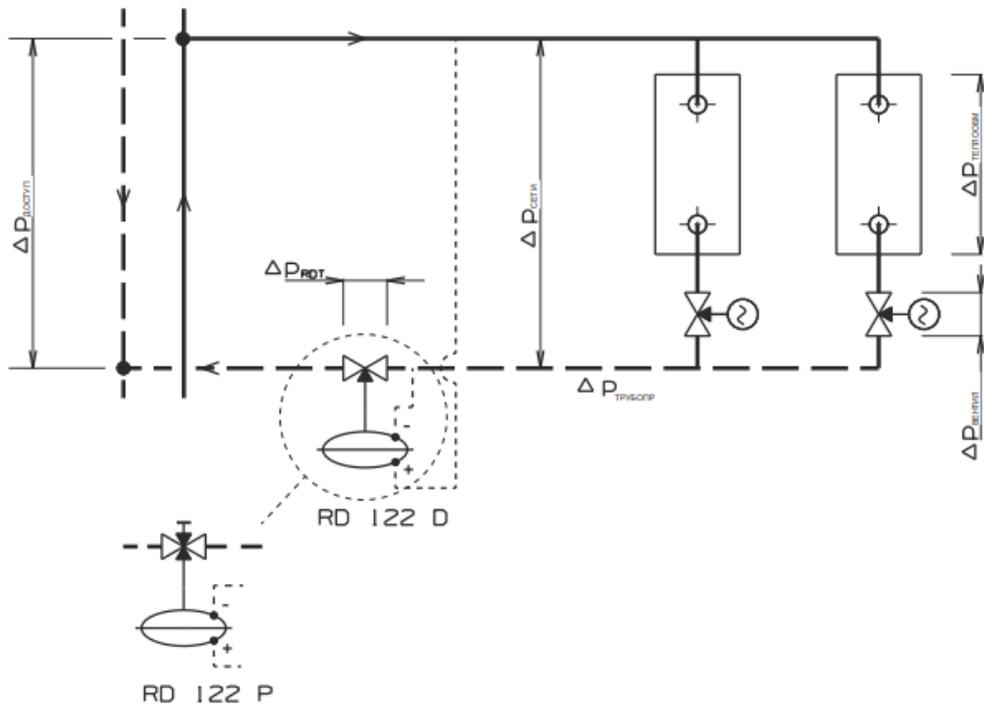


Рис. 2.1. Типовая схема присоединения регулирующей линии с регулятором дифференциального давления в обратном трубопроводе

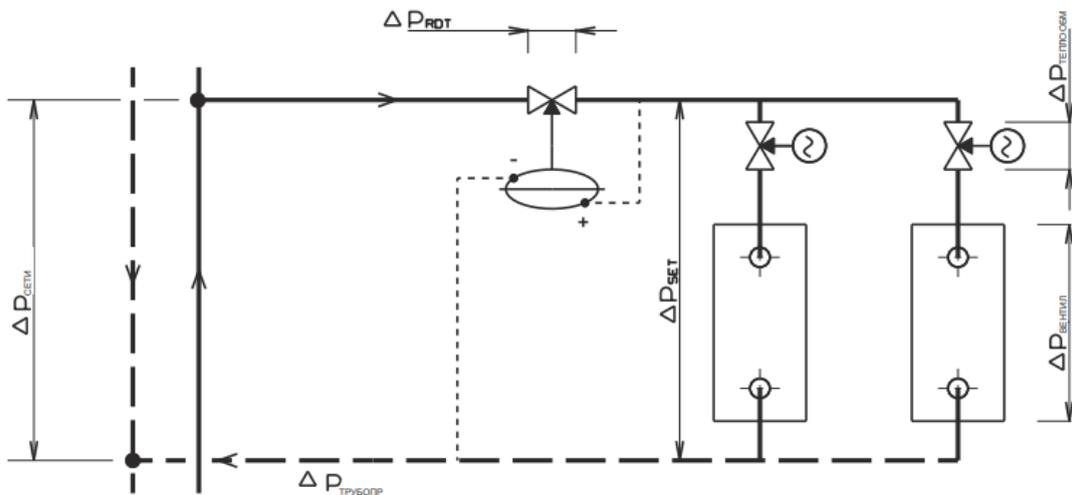


Рис. 2.2. Схема подключения регулятора дифференциального давления на входной ветви

Замечание: в случае, когда регулятор дифференциального давления должен перерабатывать высокий перепад давления ($D_{pRDT} > 250$ кПа), производитель рекомендует установить регулятор и регулирующий вентиль на входящую ветвь линии. Таким образом, обеспечиваются более благоприятные условия для работы регулятора и качественного функционирования целой системы.

2.1. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

Таблица 2.4

Исходные данные

№ варианта	Вода, t , °С	Статистическое давление в точке присоединения p , бар	$\Delta p_{\text{ДОСТУП}}$, бар	$P_{\text{ТРУБОПР}}$, бар	$P_{\text{ТЕПЛООБМ}}$, бар	$P_{\text{РЕГУЛЯТОР}}$, бар	Номинальный расход $Q_{\text{НОМ}}$, м ³ /ч
1	50	8	0,86	0,01	0,1	0,2	5
2	52	8	0,88	0,02	0,11	0,21	6
3	54	8	0,90	0,03	0,12	0,22	7
4	56	8	0,92	0,04	0,13	0,23	8
5	58	8	0,94	0,05	0,14	0,24	9
6	60	8	0,96	0,06	0,15	0,25	10
7	62	8	0,98	0,07	0,16	0,26	11
8	64	8	1,0	0,08	0,17	0,27	12
9	66	8	1,02	0,09	0,18	0,28	13
10	68	8	1,04	0,1	0,19	0,29	14
11	70	8	1,06	0,11	0,2	0,3	15
12	72	8	1,08	0,12	0,21	0,31	14
13	74	8	1,1	0,13	0,22	0,32	13
14	76	8	1,12	0,14	0,23	0,33	12
15	78	8	1,14	0,15	0,24	0,34	11
16	80	8	1,16	0,16	0,25	0,35	10
17	78	8	1,18	0,17	0,26	0,36	9
18	76	8	1,2	0,18	0,27	0,37	8
19	74	8	1,22	0,19	0,28	0,38	7
20	72	8	1,24	0,2	0,29	0,39	6

3. МЕТОД РАСЧЕТА ДВУХХОДОВОГО КЛАПАНА

Таблица 3.1

Исходные данные

Параметры	Значения
Среда-газ	8 °С
Статическое давление в точке присоединения	600 кПа = 6 бар
$\Delta p_{\text{ДОСТУП}}$	40 кПа = 0,4 бар

Параметры	Значения
$\Delta p_{\text{ТРУБОПР}}$	7 кПа = 0,07 бар
$\Delta p_{\text{ТЕПЛОЕБМ}}$	15 кПа = 0,15 бар
Условный расход	$Q_{\text{НОМ}} = 3,5 \text{ м}^3/\text{час}$
Минимальный расход	0,4 м ³ /час

$$\Delta p_{\text{ДОСТУП}} = \Delta p_{\text{ВЕНТИЛ}} + \Delta p_{\text{ТРУБОПР}} + \Delta p_{\text{ТЕПЛОЕБМ}}, \text{ кПа (бар)}$$

$$\Delta p_{\text{ВЕНТИЛ}} = \Delta p_{\text{ДОСТУП}} - \Delta p_{\text{ТРУБОПР}} - \Delta p_{\text{ТЕПЛОЕБМ}} = 40 - 7 - 15 = 18 \text{ кПа (бар)}$$

Сначала рассчитаем значение K_v регулятора дифференциального давления из отношения:

$$K_v = \frac{Q_{\text{НОМ}}}{\sqrt{\Delta p_{\text{ВЕНТИЛ}}}} = \frac{3,5}{\sqrt{0,18}} = 8,25, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (3.1)$$

Предохранительный припуск на рабочий допуск (при условии, что расход Q не был превышен):

$$K_{vS} = (1,1 \div 1,3) \cdot K_v = (1,1 \div 1,3) \cdot 8,25 = 9,1 \div 10,7, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (3.2)$$

Из серийно производимого ряда K_v величин выберем ближайшую K_{vS} величину, т.е. $K_{vS} = 10 \text{ м}^3/\text{ч}$. Этой величине соответствует диаметр на свету DN 25. Если выбираем клапан с резьбовым присоединением PN 16 из серого чугуна получим номер (артикул заказа) типа: RV 111 R 2331 16/40-25/Г и соответствующий привод.

Определение потерь подобранного и рассчитанного регулирующего клапана при полном открытии и данном расходе

$$K_{\text{вентилH100}} = \left(\frac{Q_{\text{НОМ}}}{K_{vS}} \right)^2, \text{ бар (кПа)} \quad (3.3)$$

$$K_{\text{вентилH100}} = \left(\frac{Q_{\text{НОМ}}}{K_{vS}} \right)^2 = \left(\frac{3,5}{10} \right)^2 = 0,123 \text{ бар (12,3 кПа)}$$

Таким образом, вычисленные действительные потери регулирующей

арматуры должна быть отражена в расчете транспортной сети.

Контроль регулирующего отношения

Осуществим такой же расчет для минимального расхода $Q_{мин} = 0,4 \text{ м}^3/\text{ч}$.
 Минимальному расходу соответствуют перепады давления $Q_{трубопрQ_{мин}} = 0,23 \text{ кПа}$,
 $Q_{теплообмQ_{мин}} = 0,49 \text{ кПа}$,

$$\Delta p_{\text{вентил}Q_{мин}} = 40 - 0,23 - 0,49 = 39,28 \approx 39 \text{ кПа}$$

$$K_{V_{мин}} = \frac{Q_{мин}}{\sqrt{\Delta p_{\text{вентил}Q_{мин}}}}, \text{ кПа} \quad (3.4)$$

Требуемое регулирующее отношение должно быть меньше, чем задаваемое регулирующее отношение вентиля $r = 50$.

$$r = \frac{K_{VS}}{K_{V_{мин}}} = \frac{10}{0,64} = 15,6$$

Расчет данным условиям удовлетворяет.

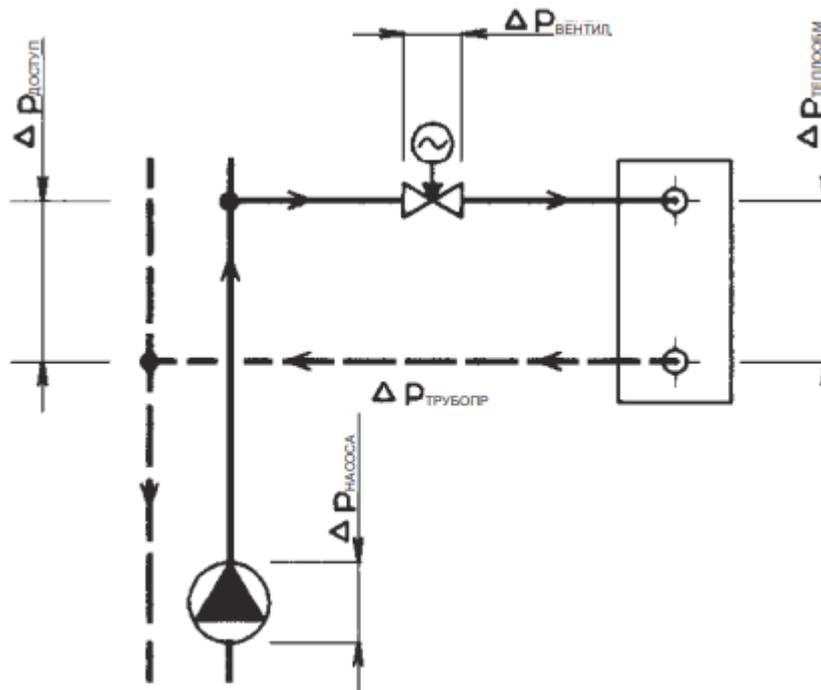


Рис. 3.1. Типовая схема компоновки регулирующей петли с использованием двухходового регулирующего вентиля

Схема составления полного типового номера вентилей RV 111 R (COMAR)

		XX	XXX	X	XX	XX	XX	/	XXX	-	XX	/	X
Вентиль	Регулирующий клапан	RV											
Обозначение типа	Вентиль с наружной резьбой		111										
Тип управления	Маховик с возможностью присоединения электропривода			R									
Исполнение	Двухходовое				2								
	Трехходовое				3								
Материал корпуса	Серый чугун				3								
Расходная характеристика	Линейная (двухход. исп.. DN 32 и 40 и трехход. исп..)					1							
	LDMspline (двухход. исп DN 15 - 25)					3							
K_{VS}	Номер столбика согласно таблице K_{VS} коэффициентов					X							
Условное давление PN	PN 16						16						
Максимальная температура	40 °C							40					
Условный диаметр DN	DN 15 - 40									XX			
Присоединение	Винтовое резьбовое соединение												T
	Фланец с грубым уплотнительным выступом												F
	Приварное резьбовое соединение												W

Пример заказа: RV 111 R 2331 16/40-25/T.

Привод специфицировать отдельно.

Коэффициенты расхода K_{VS} и дифференциальное давление

DN	$K_{VS}, \text{ м}^3/\text{ч}$								Δp_{max} кПа
	1	2	3	4	5	6	7	8	
15	4,0	2,5	1,6	1,0	0,63	0,4	0,25	0,16 ¹⁾	400
20	6,3	—	—	—	—	—	—	—	350
25	10,0	—	—	—	—	—	—	—	200
32	16,0	—	—	—	—	—	—	—	110
40	25,0	—	—	—	—	—	—	—	60

Двухходовое исполнение DN 15 - 25 характер. LDMspline, DN 32 и 40 характеристика линейная.

Трехходовое исполнение – характер. в обеих ветвях линейная.

Действительно только для двухходового исполнения.

3.1. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

Таблица 3.4

Исходные данные

№ варианта	Вода, t , °С	Статистическое давление в точке присоединения p , бар	$\Delta p_{\text{ДОСТУП}}$, бар	$P_{\text{ТРУБОПР}}$, бар	$P_{\text{ТЕПЛОЕБМ}}$, бар	Условный расход $Q_{\text{НОМ}}$, м ³ /ч	Минимальный расход $Q_{\text{МИН}}$, м ³ /ч
1	20	6	0,3	0,05	0,10	1	0,4
2	25	6	0,31	0,06	0,11	2	0,4
3	30	6	0,32	0,07	0,12	3	0,4
4	35	6	0,33	0,08	0,13	4	0,4
5	40	6	0,34	0,09	0,14	5	0,4
6	45	6	0,35	0,1	0,15	6	0,4
7	50	6	0,36	0,11	0,16	7	0,4
8	55	6	0,37	0,12	0,17	8	0,4
9	60	6	0,38	0,13	0,18	9	0,4
10	65	6	0,39	0,14	0,19	10	0,4
11	70	6	0,40	0,15	0,20	11	0,4
12	75	6	0,41	0,16	0,19	12	0,4
13	80	6	0,42	0,17	0,18	13	0,4
14	85	6	0,43	0,18	0,17	14	0,4
15	90	6	0,44	0,19	0,16	15	0,4
16	95	6	0,45	0,20	0,15	16	0,4
17	100	6	0,46	0,21	0,16	17	0,4
18	105	6	0,47	0,22	0,17	18	0,4
19	110	6	0,48	0,23	0,18	19	0,4
20	115	6	0,49	0,24	0,19	20	0,4

4. МЕТОД РАСЧЕТА ТРЕХХОДОВОГО СМЕСИТЕЛЬНОГО КЛАПАНА

Таблица 4.1

Исходные данные

Параметры	Значения
Среда-газ	5 °С
Статическое давление в точке присоединения	600 кПа = 6 бар
$\Delta p_{НАСОСА2}$	35 кПа = 0,35 бар
$\Delta p_{ТРУБОПР}$	10 кПа = 0,1 бар
$\Delta p_{ТЕПЛООБМ}$	20 кПа = 0,2 бар
Номинальный расход	12 м ³ /час

$$\Delta p_{НАСОСА2} = \Delta p_{ВЕНТИЛ} + \Delta p_{ТЕПЛООБМ} + \Delta p_{ТРУБОПР}, \text{ кПа (бар)}$$

$$\Delta p_{ВЕНТИЛ} = \Delta p_{НАСОСА2} - \Delta p_{ТЕПЛООБМ} - \Delta p_{ТРУБОПР} = 35 - 20 - 10 = 5 \text{ кПа (бар)}$$

Сначала рассчитаем значение K_v регулятора дифференциального давления из отношения:

$$K_v = \frac{Q_{НОМ}}{\sqrt{\Delta p_{ВЕНТИЛ}}}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (4.1)$$

$$K_v = \frac{Q_{НОМ}}{\sqrt{\Delta p_{ВЕНТИЛ}}} = \frac{12}{\sqrt{0,05}} = 53,67 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Предохранительный припуск на рабочий допуск (при условии, что расход Q не был превышен):

$$K_{VS} = (1,1 \div 1,3) \cdot K_v, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (4.2)$$

$$K_{VS} = (1,1 \div 1,3) \cdot 53,67 = 59,1 \div 69,8 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Из серийно производимого ряда значений K_v выберем ближайшее K_{VS} значение, т.е. $K_{VS} = 63 \text{ м}^3/\text{ч}$. Этому значению соответствует диаметр в свету DN 65. Если выберем фланцевый клапан из чугуна с шаровидным графитом, получим тип RV 113 M 6331 -16/40-65.

Затем мы выбираем подходящий привод в соответствии с требованиями.

Определение действительных потерь выбранного клапана при полном открытии

$$K_{\text{вентиль}H100} = \left(\frac{Q_{\text{НОМ}}}{K_{VS}} \right)^2 = \left(\frac{12}{63} \right)^2 = 0,036, \text{ бар (3,6 кПа)} \quad (4.3)$$

Таким образом, вычисленные действительные потери регулирующей арматуры должна быть отражена в расчете транспортной сети.

Предупреждение: у трехходовых клапанов самым главным условием безошибочного функционирования является соблюдение минимальной разности давлений на штуцерах А и В. Трехходовые клапаны в состоянии справиться и со значительным дифференциальным давлением между штуцерами А и В, но за счет деформации регулирующей характеристики, и тем самым ухудшением регулирующей способности. Поэтому при малейшем сомнении относительно разности давлений между обоими штуцерами (например, в случае, если трехходовой клапан без напорного отделения напрямую присоединен к первичной сети), рекомендуем для качественного регулирования использовать двухходовой клапан в соединении с жестким замыканием.

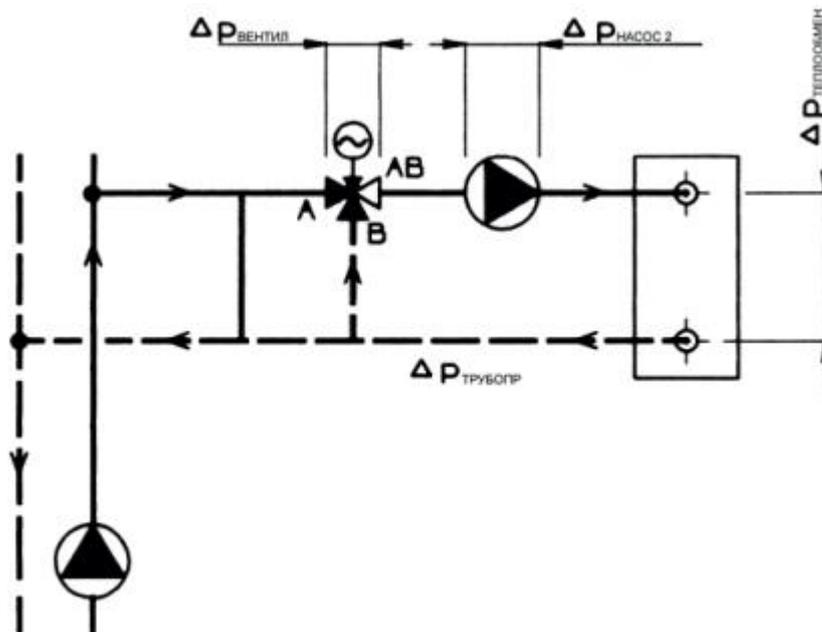


Рис. 4.1. Типичная схема компоновки регулирующей линии с использованием трехходового смесительного вентиля

Схема составления полного типового номера вентилей RV 113

		XX	XXX	X	XX	XX	-	XX	/	XX	XXX
1. Вентиль	Регулирующий вентиль	RV									
2. Обозначение Типа	Клапан из серого чугуна		113								
3. Тип клапана	Двухходовой регулирующий			R							
	Трехходовой регулирующий			M							
4. Исполнение	Фланцевый, трехходовой смесительный (разделительный)				6						
	Фланцевый, двухходовой регулирующий прямой				4						
5. Материал корпуса	Серый чугун				3						
6. Расходная характеристика	LDMspline / линейная					3					
7. K_{VS}	Согласно No. колонки для таблицы с K_{VS}					1					
8. Условное давление PN	PN 16							16			
9. Макс. Раб. Температура °C	40 °C									40	
10. Номинальный размер DN	DN 50 до 150										XXX

Пример типового номера: RV113 M 6331-16/40-65

Привод определяется дополнительно.

Коэффициенты расхода K_{VS} и дифференциальное давление

Дальнейшую информацию о выборе приводов смотри в каталоге по приводам		Управление (привод)	Siemens	Belimo			Ekorex			LDM	
			700 N	800 N	1600 N	2000 N	2000 N	3200 N	4000 N	2000 N	2500 N
		Осевое усилие	p_{max}								
		K_{VS} [m ² /h]	p_{max}								
DN	H	1	MPa								
50	20	40,0	0,17	0,21	0,55	–	0,72	1,23	1,57	0,72	0,94
65		63,0	0,10	0,13	0,33	–	0,44	0,75	0,96	0,44	0,57
80		100,00	0,06	0,08	0,22	–	0,29	0,50	0,64	0,29	0,38
100	40	160,0	–	–	–	–	0,16	0,30	0,40	0,16	0,22
125		250,0	–	–	–	–	0,10	0,19	0,25	0,10	0,14
150		360,0	–	–	–	–	0,07	0,13	0,18	0,07	0,10

Значение p_{max} есть максимальное дифференциальное давление при гарантированном надежном открытии и закрытии.

Для того, чтобы увеличить срок эксплуатации седла и затвора, рекомендуется, чтобы постоянное дифференциальное давление не превышало 0.4 МПа.

4.1. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

Исходные данные

№ варианта	Вода, t , °C	Статистическое давление в точке присоединения p , бар	$\Delta p_{НАСОСА2}$, бар	$\Delta p_{ТРУБОПР}$, бар	$\Delta p_{ТЕПЛОБМ}$, бар	Номинальный расход $Q_{НОМ}$, м ³ /ч
1	90	6	0,3	0,05	0,2	10
2	90	6	0,31	0,06	0,2	11
3	90	6	0,32	0,07	0,2	12
4	90	6	0,33	0,08	0,2	13
5	90	6	0,34	0,09	0,2	14
6	90	6	0,35	0,1	0,2	15
7	90	6	0,36	0,11	0,2	16
8	90	6	0,37	0,12	0,2	17

№ варианта	Вода, t , °С	Статистическое давление в точке присоединения p , бар	$\Delta p_{НАСОСА2}$, бар	$\Delta p_{ТРУБОПР}$, бар	$\Delta p_{ТЕПЛОБМ}$, бар	Номинальный расход $Q_{НОМ}$, м ³ /ч
9	90	6	0,38	0,13	0,2	18
10	90	6	0,39	0,14	0,2	19
11	90	6	0,40	0,15	0,2	20
12	90	6	0,41	0,16	0,2	10
13	90	6	0,42	0,17	0,2	11
14	90	6	0,43	0,18	0,2	12
15	90	6	0,44	0,19	0,2	13
16	90	6	0,45	0,20	0,2	14
17	90	6	0,46	0,21	0,2	15
18	90	6	0,47	0,22	0,2	16
19	90	6	0,48	0,23	0,2	15
20	90	6	0,49	0,24	0,2	14

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гуревич Д.Ф. Трубопроводная арматура – Л.: Машиностроение, 1981, 368с.
2. Котелевский Ю.М. и др. Современные конструкции трубопроводной арматуры для нефти и газа. Справочное пособие – М.: Недра, 1976. 496с.
3. Гошко А.Н. Арматура трубопроводов целевого назначения. –М.: Машиностроение, 2003. 427с.
4. Гуревич Д.Ф. Расчет и конструирование трубопроводной арматуры. Промышленная трубопроводная арматура. Конструирование трубопроводной арматуры / Москва, 2008. Сер. Классика инженерной мысли: нефтяные технологии (Изд. 5-е)

АРМАТУРА ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ

МЕТОДИЧЕСКОЕ УКАЗАНИЕ

*к практическим занятиям и самостоятельной работе
для студентов направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
(профиль «Проектирование, строительство и эксплуатация газонефтепроводов
и газонефтехранилищ»)*

Составители:

Гасанов Зугум Сагидович

Аралов Егор Сергеевич

Издается в авторской редакции

Подписано к изданию 12.04.2023.

Уч.-изд. л. 1,4.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84