

Методичні вказівки для розрахунку трубопроводу та підбору регуляторів, запірної арматури та фільтру газорегуляторного пункту

Умови для розрахунку:

- 1) швидкість потоку газу у вхідному колекторі та вхідних кранах $V=25$ м/с при мінімальному вхідному тиску (при $P_{зб} \leq 0,3$ МПа) або $V=30$ м/с (інколи до 35 м/с) при $P_{зб}=0,3 \dots 1,2$ МПа;
- 2) швидкість потоку газу у фільтрі $V=20$ м/с при $P_{зб} \leq 0,3$ МПа и $V=25$ м/с при $P_{зб}=0,3 \dots 1,2$ МПа; пропускна здатність фільтра при мінімальному вхідному тиску повинна бути на 10...20% більше;
- 3) швидкість потоку газу у вихідному колекторі в місцях врізання імпульсів $V=20$ м/с (інколи до 25 м/с) для низького тиску та $V=25$ м/с (інколи до 30 м/с) – для середнього, при мінімальному вихідному тиску;
- 4) швидкість потоку газу у вихідному колекторі на вихідному фланці $V=10$ м/с для низького тиску та $V=15$ м/с – для середнього, при мінімальному вихідному тиску;
- 5) регулятор повинен бути завантажений не більше ніж на 85% від його максимальної витрати при мінімальному вхідному тиску;
- 6) лічильник підбирається так, щоб при максимальній пропускній здатності і мінімальному тиску він був завантажений не більше ніж на 85%, мінімальна витрата при максимальному вхідному тиску повинна відповідати розрахунковому в залежності від технологічних вимог;
- 7) вся арматура и фільтри повинні бути морозостійкими.

Пропускна здатність приведена до нормальних умов Q , м³/год., розраховується за формулою

$$1. \quad Q = Q_p \frac{P_{атм} + P_{зб}}{P_{атм}},$$

де Q_p – об'ємна витрата газу, м³/год. при робочих умовах;

$P_{атм}$ – атмосферний тиск, МПа;

$P_{зб}$ – надлишковий тиск (тиск в трубі), МПа.

Об'ємна витрата газу Q_p , м³/год., визначається по формулі

$$2. \quad Q_p = V \cdot S,$$

де V – швидкість газу в трубі м/с; приймається як найменше допустиме значення для встановленого обладнання (крани, фільтр і т. д)

S – площа поперечного перерізу, м²;

$$3. \quad S = \frac{\pi \cdot d_{\text{вн}}^2}{4},$$

$d_{\text{вн}}$ – внутрішній діаметр труби, м.

Якщо є дані про витрату при нормальних умовах, а треба визначити об'єм при робочих умовах, формула 1 змінюється таким чином

$$4. \quad Q_p = \frac{Q_{\text{атм}} \cdot P_{\text{атм}}}{P_{\text{атм}} + P_{\text{зб}}},$$

Приклад

Дані для розрахунку:

- пропускна здатність зведена до нормальних умов (Q) – 1000 м³/год.(максимальний); 50 м³/год.(мінімальний);
- вхідний тиск (максимальний) $P_{\text{вх}} = 6$ Бар (0,6 мПа);
- вхідний тиск (мінімальний) $P_{\text{вх}} = 2$ Бар (0,2 мПа);
- вихідний тиск $P_{\text{вих}} = 30$ мБар (0,03 мПа).

Завдання: зробити розрахунок колекторів, підібрати регулятор, фільтр, арматуру запірну і лічильник.

1. Визначаємо об'єм при робочих умовах при мінімальному тиску

$$Q_p = \frac{1000 \cdot 0,1}{0,1 + 0,2} = 333,3 \text{ м}^3/\text{год.}$$

2. Визначаємо діаметр вхідного трубопроводу

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 333,3}{3600 \cdot 3,14 \cdot 25}} = 0,068 \text{ м. (68 мм).}$$

Вхідний трубопровід має бути не менше ніж 68 мм. Підходить труба 76x3,5 і шарові крани Ду65 або Ду 80/65 (або більші).

3. Визначаємо діаметр фільтра

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 333,3}{3600 \cdot 3,14 \cdot 20}} = 0,076 \text{ м. (76 мм).}$$

Підходять фільтри діаметром 80 (або більші), з робочим тиском не менше ніж 0,6 мПа. Наприклад: ФГП-80-1,2.

Перевіряємо пропускну здатність фільтра по таблиці при вхідному тиску 0,2 мПа.

Таблиця 1 – Пропускна здатність фільтрів (з паспорта фільтра ФГП– 1,2)

№ п/п	Тип фільтра	Площа фільтрування, м ²	Пропускна здатність, м ³ /год. при вхідному тиску, МПа					
			0,1	0,2	0,3	0,45	0,6	1,2
1	Ду80	0,04	724	1357	2172	2986	3800	7058
2	Ду100	0,07	1131	2121	3393	4565	5937	11027
3	Ду125	0,1	1767	3314	5300	7288	9275	17225
4	Ду150	0,12	2543	4771	7634	10497	13360	24810
5	Ду200	0,16	4524	8482	13572	18661	23750	44108
6	Ду250	0,24	7069	13254	21206	29158	37110	68918
7	Ду300	0,38	10179	19085	30536	41988	53439	99243

Вона становить 1357 м³/год. (наведену до нормальних умов), тобто маємо запас більше ніж 20%. Вимоги задовольняються.

4. Підбираємо регулятор тиску по таблиці витрати у відношенні до вхідного і вихідного тиску або по формулі розрахунку через KG.

Таблиця 2 – РДГ-50н, сідло 40 мм – АС-10% (з паспорта регулятора РДГ-50)

P1, МПа	P2, МПа												
	0.002-0.01	0.03	0.05	0.06	0.08	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.40	0.50	0.60
0.10	850	800	750	700	550								
0.15	1050	1050	1050	1050	950	900							
0.20	1250	1250	1250	1250	1250	1200	1000						
0.25	1450	1450	1450	1450	1450	1450	1350	1100					
0.30	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1650	1500	1150				
0.40	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2000	1750			
0.50	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2450	1950		
0.60	2950	2950	2950	2950	2950	2950	2950	2950	2950	2950	2750	2150	
0.70	3350	3350	3350	3350	3350	3350	3350	3350	3350	3350	3300	3000	2350
0.80	3800	3800	3800	3800	3800	3800	3800	3800	3800	3800	3800	3650	3250
0.90	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4150	3950
1.00	4600	4600	4600	4600	4600	4600	4600	4600	4600	4600	4600	4600	4550
1.10	5050	5050	5050	5050	5050	5050	5050	5050	5050	5050	5050	5050	5050
1.20	5450	5450	5450	5450	5450	5450	5450	5450	5450	5450	5450	5450	5450


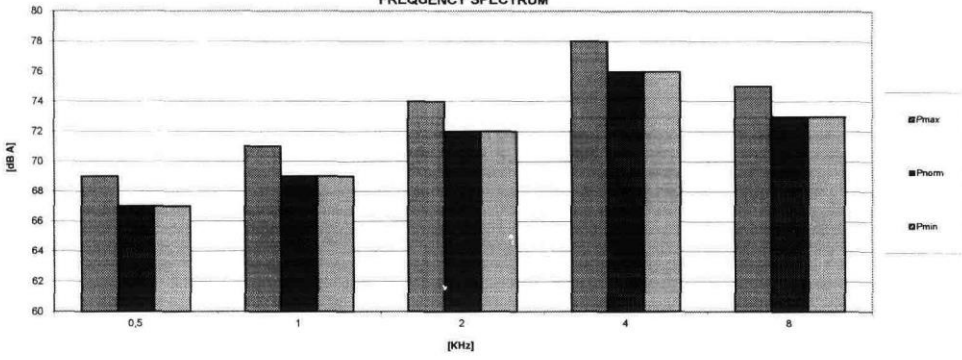
1250 м³/год. при вхідних 0,2 мПа і вихідних 0,03 мПа, резерв близько 20% - вимоги задовольняються.

Таблиця 3 – Айтрон RBE 4012 Дн50 сідло 48мм, АС-5% (з каталога Айтрон – RBE)

Пропускна здатність RBE 4012 Ду50 на низький тиск 20-50 мБар							
Вхідний тиск (Бар)	0,6	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Витрата	750	900	1000	1200	1400	1500	1700

1400 м³/год. при вхідних 0,2 МПа і вихідних 20(30) мБар, резерв більше 20% - вимоги задовольняються.

Таблиця 4 – розрахунку через KG – регулятор Norval Ду50, АС-10%.

	PRESSURE REGULATOR		enter																								
	CALCULATION SHEET		Tag N. enter																								
			Doc. N. enter																								
			Date enter																								
			Rev. enter																								
		Issued by enter																									
Project	enter																										
Location	enter																										
Service	enter																										
Job/offer	enter																										
INPUT DATA																											
Fluid		NATURAL GAS																									
Flow rate [@ tb, pb]	Q	1 000 Nm ³ /h																									
Inlet pressure max.	P _{umax}	6,00 barg																									
Inlet pressure norm.	P _{unorm}	3,00 barg																									
Inlet pressure min.	P _{umin}	2,00 barg																									
Outlet pressure max.	P _{dmax}	0,030 barg																									
Outlet pressure min.	P _{dmin}	0,030 barg																									
Gas specific gravity [air = 1]	d	0,61																									
Required outlet gas temperature	t _d	0,00 °C																									
Selected regulator model	NORVAL																										
Selected regulator size	50,00 mm																										
Incorporated silencer	NO																										
Incorporated monitor	NO																										
Incorporated slam-shut	YES																										
Selected downstream pipe diameter	DN _{pa}	128,20 mm																									
Selected downstream pipe thickness	tha	6,55 mm																									
Required accuracy	AC	10																									
Type of heading	Heading 495																										
OUTPUT DATA																											
Flow at standard condition	Q _s	1 055 Sm ³ /h																									
Mass flow rate	Q _m	788 kg/h																									
Gas density at operating conditions	ρ _u	2,30 kg/m ³																									
Minimum required inlet gas temperature	t _u	3,80 °C																									
Gas velocity at regulator outlet flange	V _d	137,13 m/sec																									
Mean gas velocity in downstream pipe	V _p	20,79 m/sec																									
Regulator maximum flow rate	Q _{max}	1 138 Nm ³ /h																									
Noise level max.	L _{PAmax}	82 dB																									
Noise level norm.	L _{PAmax}	80 dB																									
Noise level min.	L _{PAmax}	80 dB																									
FREQUENCY SPECTRUM																											
 <table border="1"> <caption>Frequency Spectrum Data (Estimated)</caption> <thead> <tr> <th>Frequency [kHz]</th> <th>P_{max} [dB A]</th> <th>P_{norm} [dB A]</th> <th>P_{min} [dB A]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.5</td> <td>69</td> <td>67</td> <td>67</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>71</td> <td>69</td> <td>69</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>74</td> <td>72</td> <td>72</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>78</td> <td>76</td> <td>76</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>75</td> <td>73</td> <td>73</td> </tr> </tbody> </table>				Frequency [kHz]	P _{max} [dB A]	P _{norm} [dB A]	P _{min} [dB A]	0.5	69	67	67	1	71	69	69	2	74	72	72	4	78	76	76	8	75	73	73
Frequency [kHz]	P _{max} [dB A]	P _{norm} [dB A]	P _{min} [dB A]																								
0.5	69	67	67																								
1	71	69	69																								
2	74	72	72																								
4	78	76	76																								
8	75	73	73																								

Витрата 1000 м³/год. при завантаженні регулятора 87% і при максимальній продуктивності 1138 м³/год., при вказаних вхідному і вихідному тиску. Вимоги задовольняються.

Крім того, в цій таблиці розрахунок вже виконаний на діаметр імпульсного колектора і показана швидкість газу на фланці регулятора (137 м/сек.) і як наслідок рівень шуму.

5. Розрахунок колектора імпульсного регулятора RBE, швидкість газу до 20 м/сек.

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 1000}{3600 \cdot 3,14 \cdot 20}} = 0,133 \text{ м. (133 мм)}.$$

Колектор імпульсний може бути Ду125 (труба 133x4). Допустиме відхилення від розрахунку – до 15%.

Колектор імпульсний РДГ-50 і Norval, швидкість газу до 25 м/сек.

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 1000}{3600 \cdot 3,14 \cdot 25}} = 0,118 \text{ м. (118 мм)}.$$

Колектор імпульсний має бути Ду125, хоча з невеликим відхиленням можна використовувати і Ду100 (труба 133x4 і 108x3,5 відповідно).

Зверніть увагу на рекомендований діаметр в розрахунку регулятора Norval через KG – Ду 128 при швидкості на імпульсі 20,79 м/сек.

Арматура на вказаних колекторах може встановлюватися – КЗШС 41 нж (11с41п; 11с42п) Ø 125 і 125/100 – на трубі 133x4 і Ø 100 на трубі 108x3,5. Або в деяких випадках затвор поворотний типу Батерфляй Ду125 і Ду100 відповідно.

6. Розрахунок вихідного колектора

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 1000}{3600 \cdot 3,14 \cdot 10}} = 0,173 \text{ м. (173 мм)}.$$

Вихідний колектор має бути Ду150 або Ду200.

Гідравлічний розрахунок газорегуляторного пункту завершено.

Приклад підбору лічильника

Лічильник підбирається обов'язково з урахуванням температури експлуатації, густини газу, його забрудненості, вологості і ще багатьох факторів.

Ми спростуємо для прикладу і врахуємо тільки максимальний і мінімальний тиск і максимальну і мінімальну витрату.

1. Визначення Q (типорозмір) лічильника, Q_p – при мінімальному тиску

$$Q_{p.\text{мін.}} = \frac{1000 \cdot 0,1}{0,1 + 0,2} = 333,3 \text{ м}^3$$

підходить лічильник G250 з $Q_{\text{макс.}}$ до $400 \text{ м}^3/\text{год}$. Запас становить близько 20%.

2. Визначаємо завантаженість лічильника Q_p – при p максимальному

$$Q_{p.\text{макс.}} = \frac{1000 \cdot 0,1}{0,1 + 0,6} = 142,8 \text{ м}^3$$

лічильник G250 – підходить.

3. Визначаємо $Q_{p.\text{мін.}}$ – при максимальному тиску

$$Q_{p.\text{мін./макс.р}} = \frac{50 \cdot 0,1}{0,1 + 0,6} = 7,14 \text{ м}^3$$

4. Визначаємо мінімально необхідний динамічний діапазон лічильника.

$Q_{\text{макс.}}$ для G 250 – $400 \text{ м}^3/\text{год}$.

$$\frac{400}{7,14} = 56.$$

Динамічний діапазон має бути кращий, ніж 1:56, тобто підходять лічильники G 250 з діапазоном 1:100.

Тепер треба вибрати лічильник, який відповідає вимогам умов експлуатації (дивись вище) і підходить по своїм конструктивним і будівельним відмінностям для встановлення в шафовому пункті обліку разом з регулятором або окремії шафі.

Основні лічильники, які найчастіше використовуються – це ультразвукові – Курс01, ЗОНД-1, ЗОНД-2 (1:100, 1:160, 1:250), або роторні – GSM, Delta, ТЕМП або вчислювальний комплекс КВР (1:100, 1:160, 1:200, 1:250). В окремих умовах встановлюється турбінні лічильники ЛГ-К або TZ/Fluxi (1:20, 1:30, 1:50).

Сподіваємося, що ця стаття була Вам цікава і корисна.

Ми з радістю розрахуємо для Вас шафову і пункт обліку і виготовимо обладнання високої якості.

Звертайтеся за консультаціями і додатковою інформацією:

Тел./факс: (0532) 509-127; 509-042; 508-295

E-mail: poltava.teplopribor@gmail.com, poltava.teplopribor@yandex.ru