

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 $P_{над} \leq 0,3$ МПа) або $V=30$ м/с (інколи до 35 м/с) при $P_{над}=0,3 \dots 1,2$ МПа;
- 2) швидкість потоку газу у фільтрі $V=20$ м/с при $P_{над} \leq 0,3$ МПа и $V=25$ м/с при $P_{над}=0,3 \dots 1,2$ 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

$$Q = Q_p \frac{P_{атм} + P_{над}}{P_{атм}}, \quad (1)$$

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

$P_{атм}$ – атмосферний тиск, МПа;

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

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

$$Q_p = V \cdot S, \quad (2)$$

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 труби, м²;

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

$d_{вн}$ – 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

$$Q_p = Q_{тн} \frac{P_{атм}}{P_{атм} + P_{над}}. \quad (4)$$

Приклад

Дані для розрахунку:

- пропускна здатність зведена до нормальних умов:

максимальна $Q=1000 \text{ м}^3/\text{год.}$

мінімальна $Q=50 \text{ м}^3/\text{год.};$

- вхідний тиск (максимальний) $P_{\text{вх}}=0,6 \text{ МПа (6 Бар)}$;

- вхідний тиск (мінімальний) $P_{\text{вх}}=0,2 \text{ МПа (2 Бар)}$;

- вихідний тиск $P_{\text{вих}}=3 \text{ кПа (30 мБар)}$.

Завдання: зробити розрахунок колекторів, підібрати регулятор, фільтр, запірну арматуру 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 76×3,5 і шарові крани Ду65 або Ду80/65 (або більші).

3 Визначаємо діаметр фільтра

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

Підходить фільтр діаметром 80 (або більший), з робочим тиском не менше ніж 0,6 МПа. Наприклад: ФГП-80-1,2.

Перевіряємо пропускну здатність фільтра по таблиці 1 при вхідному тиску 0,2 МПа.

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

№ п/п	Тип фільтра	Площа фільтрування, м ²	Пропускна здатність, м ³ /год. при вхідному тиску, МПа					
			0,1 20 м/с	0,2 25 м/с	0,3 30 м/с	0,45 30 м/с	0,6 30 м/с	1,2 30 м/с
1	ФГП-80	0,04	724	1357	2172	2986	3800	7058
2	ФГП-100	0,07	1131	2121	3393	4565	5937	11027
3	ФГП-125	0,1	1767	3314	5300	7288	9275	17225
4	ФГП-150	0,12	2543	4771	7634	10497	13360	24810
5	ФГП-200	0,16	4524	8482	13572	18661	23750	44108
6	ФГП-250	0,24	7069	13254	21206	29158	37110	68918
7	ФГП-300	0,38	10179	19085	30536	41988	53439	99243

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

4 Підбираємо регулятор тиску по таблиці витрат в залежності від вхідного і вихідного тиску або по формулі розрахунку через KG.

Таблиця 2 – Таблиці витрат регулятора РДГ-50н з сідлом 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

Вона становить 1250 м³/год. при вхідному тиску 0,2 МПа і вихідному – 0,003 МПа, резерв близько 20% – вимоги задовольняються.

Таблиця 3 – Таблиці витрат регулятора Itron RBE 4012 Дн50 з сідлом 48 мм, АС-5% (з каталогу Айтрон)

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

Для RBE 4012 пропускна здатність становить 1400 м³/год. при вхідних 0,2 МПа і вихідних 20 (30) мБар, резерв більше 20% – вимоги задовольняються.

Також може бути використаний регулятор Norval Ду50, АС-10%. Розрахунок через KG надав постачальник регуляторів Pietro Fiorentini.

Максимальна витрата цього регулятора, при вказаних умовах, складає 1138 м³/год., завантаження 88%. Вимоги задовольняються.

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

PRESSURE REGULATOR CALCULATION SHEET

	enter
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
Flow rate (@ tb, pb)
Inlet pressure max.
Inlet pressure norm.
Inlet pressure min.
Outlet pressure max.
Outlet pressure min.
Gas specific gravity [air = 1]
Required outlet gas temperature
Selected regulator model
Selected regulator size
Incorporated silencer
Incorporated monitor
Incorporated slam-shut
Selected downstream pipe diameter
Selected downstream pipe thickness
Required accuracy
Type of heading
NATURAL GAS

Q	1 000 Nm ³ /h
P _{inmax}	6,00 barg
P _{innorm}	3,00 barg
P _{inmin}	2,00 barg
P _{outmax}	0,030 barg
P _{outmin}	0,030 barg
d	0,61
t _d	0,00 °C

NORVAL

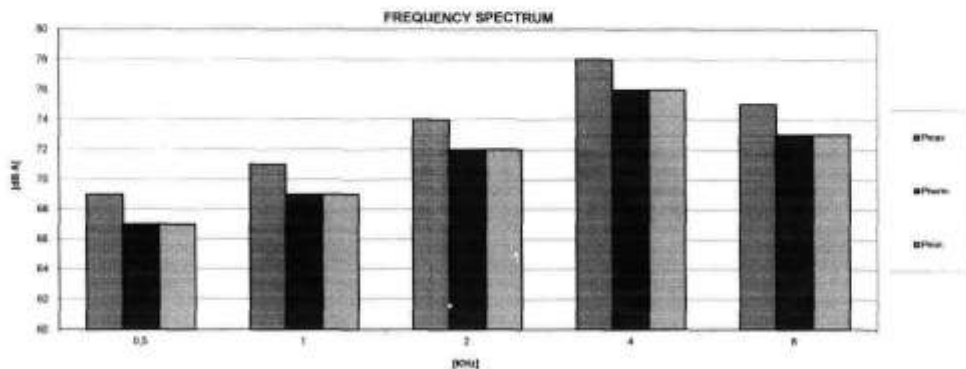
	50,00 mm
	NO
	NO
	YES
DN _{pa}	128,20 mm
t _{ha}	6,55 mm
AC	10

Heading 495
OUTPUT DATA
Flow at standard condition
Mass flow rate
Gas density at operating conditions
Minimum required inlet gas temperature
Gas velocity at regulator outlet flange
Mean gas velocity in downstream pipe
Regulator maximum flow rate

Q _s	1 055 Sm ³ /h
Q _m	788 kg/h
ρ _g	2,30 kg/m ³
t _g	3,80 °C
v _g	137,13 m/sec
v _p	20,79 m/sec
Q _{max}	1 138 Nm ³ /h

Noise level max.
Noise level norm.
Noise level min.

L _{PAmax}	82 dB
L _{PAnorm}	80 dB
L _{PAmin}	80 dB



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

$$Q_p^{im} = \frac{1000 \cdot 0,1}{0,1 + 0,003} = 971 \text{ м}^3/\text{год.}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 971}{3600 \cdot 3,14 \cdot 20}} = 0,131 \text{ м (131 мм).}$$

Імпульсний колектор може бути Ду125 (труба 133×4). Допустиме відхилення від розрахунку – до 15%.

Імпульсний колектор для регуляторів РДГ-50 і Norval, швидкість газу до 25 м/сек.

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 971}{3600 \cdot 3,14 \cdot 25}} = 0,117 \text{ м (117 мм).}$$

Імпульсний колектор має бути Ду125, хоча з невеликим відхиленням можна використовувати і Ду100 (труба 133×4 і 108×3,5 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) Ду125 і Ду125/100 – на трубі 133×4 і Ду100 на трубі 108×3,5. Або в деяких випадках затвор поворотний типу Батерфляй Ду125 і Ду100 відповідно.

6 Розрахунок вихідного колектора

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 971}{3600 \cdot 3,14 \cdot 10}} = 0,185 \text{ м (185 мм).}$$

Вихідний колектор має бути Ду150 або Ду200.

Гідравлічний розрахунок газорегуляторного пункту завершено.

Згідно ДБН В.2.5-20-2001 «Газопостачання», допустима швидкість проходження газу в трубопроводах середнього тиску (0,005...0,3 МПа), з врахуванням створюваного шуму не повинна перевищувати 15 м/с, а в трубопроводах низького тиску (до 0,005 МПа) – 7 м/с.

Тому після газорегуляторного пункту необхідно перейти на трубопровід відповідного діаметру.

Приклад підбору лічильника

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

Ми спрощуємо для прикладу і враховуємо тільки максимальний і мінімальний тиск і максимальну і мінімальну витрату.

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

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

підходить лічильник G250 з $Q_{\max.}$ до 400 м³/год. Запас становить близько 20%.

2 Визначаємо завантаженість лічильника Q_p – при p максимальному

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

лічильник G250 – підходить.

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

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

4 Визначаємо мініально необхідний динамічний діапазон лічильника.

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

Динамічний діапазон має бути не гірший ніж 1:56, тобто підходить лічильник 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 окремі 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