

УТВЕРЖДАЮ

Директор ООО «Техноком»



С.А. ШТИН

10

2012 г.

ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ КЛАПАН


Расчет пропускной способности

КПТ-10-7,5 P04

Инв. № подл. 07022001	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
--------------------------	----------------	--------------	--------------	----------------

Содержание

1 Задача расчета	3
2 Условия расчета	3
3 Расчетные уравнения	4
4 Расчет	6
5 Заключение	9
Приложение А Расчетная схема клапана предохранительного КПТ-10-7,5	10
Список использованной литературы	11

Подпись и дата		Инв. № дубл.		Взам. инв. №		Подпись и дата		КПТ-10-7.5 РО4		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Расчет пропускной способности КПТ-10-7,5			Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Кокшаров	В.В.	30.10.12	2				11		
Провер.	Штин	Ш	30.10.12							
Н. контр.	Сухарева	С	30.10.12							
Утв.	Штин	Ш	30.10.12							
Инв. № подл.										

1 Задача расчета

Определить пропускную способность предохранительного клапана КПТ-10-7,5, при настройке на максимальное и минимальное давления срабатывания.

2 Условия расчета

2.1 Рабочая среда – воздух.

2.2 Давление на входе предохранительного клапана – 1,0 МПа (10 кгс/см²) и 7,5 МПа(75 кгс/см²) – минимальное и максимальное давление срабатывания, на которое рассчитан клапана предохранительный.

2.3 Давление на выходе предохранительного клапана – 0,1 МПа (1,0 кгс/см²).

2.4 Температура рабочей среды – 20, 50 °С,

2.5 Под пропускной способностью понимается весовой расход через клапан.

2.6 Диаметр входного отверстия клапана – 12мм, выходного – 20 мм.

2.7 Пропускная способность клапана предохранительного определяется по ГОСТ 12.2.085-82 («Сосуды, работающие под давлением. Клапана предохранительные. Требования безопасности»).

2.8 Расчетная схема клапана предохранительного приведена в приложении А.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	КПТ10-7.5 РО4				Лист
									3
Изм.	Лист	№ докцм.	Подпись	Дата					

3 Расчетные уравнения

3.1 Согласно ГОСТ 12.2.085-82 пропускная способность определяется по формулам:

$$G = 3,16 V_3 \alpha_1 F ((P_1 + 0,1) \rho_1)^{1/2}, \quad (1)$$

$$\rho_1 = (P_1 + 0,1) 10^6 / V_4 R T_1, \quad (2)$$

где P_1 – максимальное избыточное давление перед предохранительным клапаном, МПа;

ρ_1 – плотность газа перед клапаном при параметрах P_1 и T_1 , кг/м³;

V_3 – коэффициент, учитывающий физико – химические свойства газов;

α_1 – коэффициент расхода клапана;

F – площадь сечения клапана, равная наименьшей площади сечения в проточной части, мм²;

V_4 – коэффициент сжимаемости реального газа;

R – газовая постоянная;

T_1 – температура рабочей среды перед клапаном.

3.2 Коэффициент расхода определяется по формулам

$$\alpha_1 = 1 / (1 + \zeta_{пр})^{1/2}, \quad (3)$$

$$S = \sum_{i=1}^n S_i, \quad (4)$$

$$S_i = \zeta_i / F_i^2, \quad (5)$$

$$F_i = 0,785 d_i^2, \quad (6)$$

$$\zeta_{пр} = S F_{min}^2, \quad (7)$$

где S – гидравлическое сопротивление проточной части клапана КП-08, см⁻⁴;

S_i, ζ_{i1} – гидравлическое сопротивление, коэффициент гидравлического сопротивления i -го участка проточной части клапана;

F_i – площадь поперечного сечения потока, см²;

$\zeta_{пр}$ – приведенный коэффициент гидравлического сопротивления;

F_{min} – наименьшая площадь в проточной части клапана.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	КПТ10-7.5 РО4	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Гидравлическое сопротивление предохранительного клапана включает в себя гидравлические сопротивления, связанные с внезапным расширением и сужением потока газа и гидравлическое сопротивление резкого поворота потока на угол 90°.

Коэффициенты гидравлического сопротивления внезапного расширения, внезапного сужения определяем по формулам:

$$\zeta_{вр} = ((1 - (F_i / F_{i+1})))^2, \quad (8)$$

$$\zeta_{вс} = 0,5 ((1 - (F_{i+1} / F_i)))^{0,75}, \quad (9)$$

$$\zeta_{кл} = 0,75 + 0,155 (d_c / h)^2 \quad (10)$$

где F_i , F_{i+1} – площади поперечного сечения изменения потока,
 d_c и h - диаметр седла и ход клапан соответственно.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	КПТ10-7.5 РО4				Лист
									5
Изм.	Лист	№ докцм.	Подпись	Дата					

4 Расчет

4.1 Проточная часть клапана предохранительного КПП-10-7,5 представлена в Приложении А, где приведены основные конструктивные размеры.

Минимальное проходное сечение в проточной части клапана имеет место в зазоре между клапаном и седлом.

4.2 Коэффициент расхода предохранительного клапана определяется по формуле (3), предварительно определив его гидравлическое сопротивление.

Гидравлическое сопротивление определяется по зависимостям (4) – (10).

Результаты расчета гидравлического сопротивления представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Гидравлическое сопротивление клапана КПП-10-7,5

Вид сопротивления.	D_i , см	F_i^2 , см ⁴	ζ_i	S_i , см ⁻⁴	S , см ⁻⁴	$\zeta_{пр}$
В/Р(F_1/F_2)	1,2	1,27	0,92	0,72	5,42	3,3
Клапан	0,1	0,61	2,01	3,3		
В/Р(F_3/F_4)	0,1	0,61	0,86	1,4		

В таблице приведены следующие площади перетекания газа:

$$F_1 = 0,785 \cdot 1,2^2 = 1,13 \text{ см}^2;$$

$$F_2 = 0,785 \cdot 3,07^2 = 7,4 \text{ см}^2$$

$$F_3 = \pi \cdot D_c \cdot x = 3,14 \cdot 1,04 \cdot 0,35 = 1,14 \text{ см}^2;$$

$$F_4 = 0,785 \cdot 1^2 = 0,785 \text{ см}^2;$$

$$F_5 = 0,785 \cdot 2^2 = 3,14 \text{ см}^2;$$

Подставив полученное значение приведенного коэффициента гидравлического сопротивления в формулу (3), получим:

$$\alpha_1 = 1 / (1 + \zeta_{пр})^{1/2} = 1 / (1 + 3,3)^{1/2} = 0,48$$

Подпись и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата	КПП10-7.5 РО4	Лист
						6

4.3 Давление на входе КП при «критическом» ходе клапана определяем по формуле

$$P_1 = P_H + (\eta_c \cdot x_{кр} / F_{кл}) \quad (11)$$

где P_H – давление настройки кгс/см²;

η_c - суммарная жесткость пружин кгс/см, (22,8 кгс/см – жесткость пружины поджатия клапана);

$x_{кр}$ - «критический» ход клапана см;

$F_{кл}$ - площадь чувствительного элемента на которую действует давление P_1 , см².

Площадь чувствительного элемента равна 4,52 см²

«Критический» ход клапана определяем из равенства

$$\pi \cdot D_c \cdot x_{кр} = 0,785 \cdot D^2 \quad (12)$$

где D_c – диаметр седла;

D - диаметр входного отверстия.

$$x_{кр} = 0,785 \cdot 1^2 / 3,14 \cdot (1 + 2 \cdot 0,05) = 0,23 \text{ см.}$$

Подставляя значения в формулу (11), получим давление на входе КП при «критическом» ходе клапана в начале и в конце диапазона настройки:

$$P_1 = 10 + (22,8 \cdot 0,23 / 4,52) = 11,16$$

$$P_1 = 75 + (22,8 \cdot 0,23 / 4,52) = 76,16$$

4.4 Пропускная способность клапана определяется по формулам (1), (2).

4.4.1 Пропускная способность клапана при температуре $T_1 = 20^\circ\text{C}$:

- при давлении настройки 1,0 МПа (10 кгс/см²), максимальное открытие при 1,116 МПа (11,16 кгс/см²):

$$\rho_1 = (P_1 + 0,1) \cdot 10^6 / V_4 R T_1 = (1,116 + 0,1) \cdot 10^6 / 1 \cdot 287 \cdot 273 = 14,1 \text{ кг/м}^3$$

$$G_1 = 3,16 V_3 \alpha_1 F ((P_1 + 0,1) \rho_1)^{1/2} = 3,16 \cdot 0,77 \cdot 0,48 \cdot 78 ((1,116 + 0,1) \cdot 14,1)^{1/2} = 377,6 \text{ кг/ч (0,105 кг/с).}$$

4.4.2 Пропускная способность клапана при температуре $T_1 = 50^\circ\text{C}$:

- при давлении настройки 1,0 МПа (10 кгс/см²), максимальное открытие при 1,116 МПа (11,16 кгс/см²):

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	КПТ10-7.5 РО4	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докцм.	Подпись	Дата		

$$\rho_1 = (P_1 + 0,1) 10^6 / B_4 R T_1 = (1,116 + 0,1) 10^6 / 1 \cdot 287 \cdot 323 = 12,86 \text{ кг/м}^3$$

$$G_1 = 3,16 B_3 \alpha_1 F ((P_1 + 0,1) \rho_1)^{1/2} = 3,16 \cdot 0,77 \cdot 0,48 \cdot 78 ((1,116 + 0,1) \cdot 12,86)^{1/2} = 360,4 \text{ кг/ч (0,100 кг/с)}.$$

4.4.3 Пропускная способность клапана при температуре $T_1 = 20^\circ\text{C}$:

- при давлении настройки 7,5 МПа (75 кгс/см²), максимальное открытие при 7,616 МПа (76,16 кгс/см²):

$$\rho_1 = (P_1 + 0,1) 10^6 / B_4 R T_1 = (7,616 + 0,1) 10^6 / 1 \cdot 287 \cdot 273 = 90,37 \text{ кг/м}^3$$

$$G_1 = 3,16 B_3 \alpha_1 F ((P_1 + 0,1) \rho_1)^{1/2} = 3,16 \cdot 0,77 \cdot 0,48 \cdot 78 ((7,616 + 0,1) \cdot 90,37)^{1/2} = 2407,3 \text{ кг/ч (0,668 кг/с)}.$$

4.4.4 Пропускная способность клапана при температуре $T_1 = 50^\circ\text{C}$:

- при давлении настройки 7,5 МПа (75 кгс/см²), максимальное открытие при 7,616 МПа (76,16 кгс/см²):

$$\rho_1 = (P_1 + 0,1) 10^6 / B_4 R T_1 = (7,616 + 0,1) 10^6 / 1 \cdot 287 \cdot 323 = 81,98 \text{ кг/м}^3$$

$$G_1 = 3,16 B_3 \alpha_1 F ((P_1 + 0,1) \rho_1)^{1/2} = 3,16 \cdot 0,77 \cdot 0,48 \cdot 78 ((7,616 + 0,1) \cdot 81,98)^{1/2} = 2292,8 \text{ кг/ч (0,636 кг/с)}.$$

4.5 Результаты расчета пропускной способности клапана предохранительного сведены в таблицу 2.

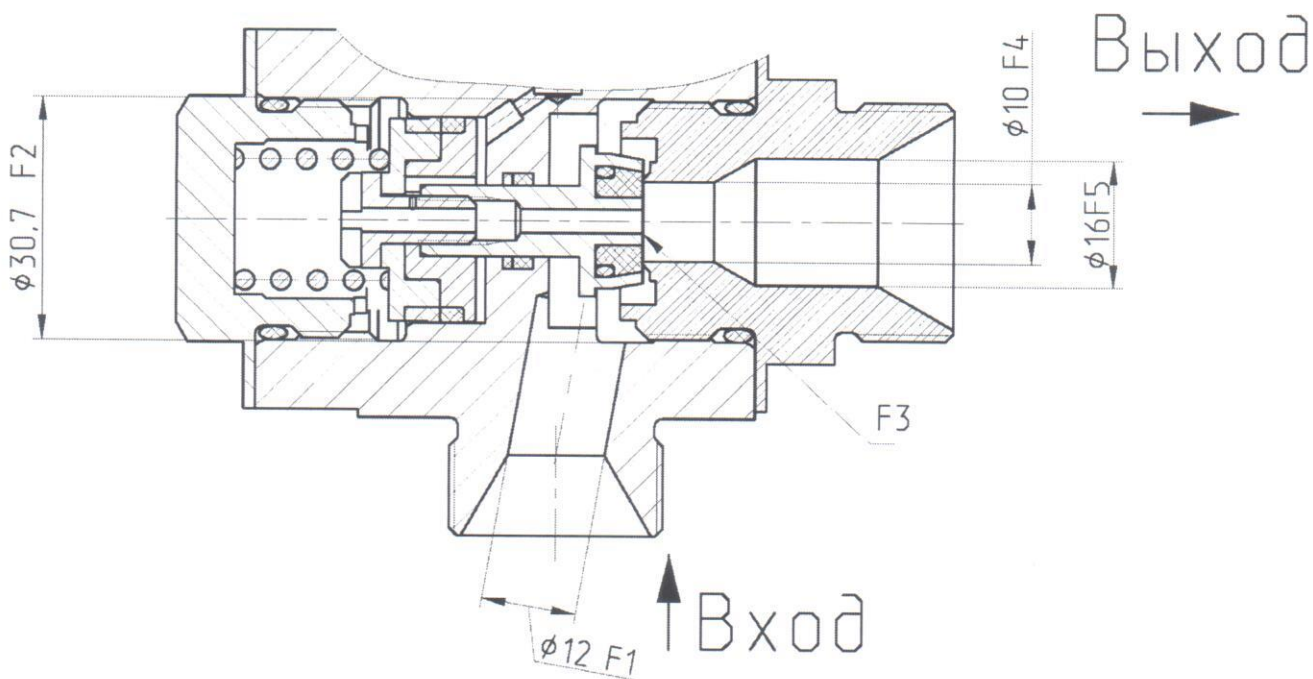
Таблица 2 – Пропускная способность клапана КПП-10-7,5

Давление на входе, МПа (кгс/см ²)	Давление на выходе, МПа (кгс/см ²)	Температура, °С	Пропускная способность, кг/ч
1,116 (11,16)	0,1 (1)	20	377,6
		50	360,4
7,616 (76,16)	0,1 (1)	20	2407,3
		50	2292,8

Инв. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата	КПП10-7.5 РО4	Лист
						8

Расчетная схема клапана предохранительного КПТ-10-7,5



Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
Изм.	Лист	№ докцм.	Подпись	Дата

КПТ10-7.5 РО4

Список использованной литературы

1 Герц Е.В., Крейкин Г.В. Расчет пневмоприводов. Справочное пособие. М., Машиностроение, 1975г.

2 ГОСТ 12.2.085-82 «Сосуды, работающие под давлением. Клапана предохранительные. Требования безопасности».

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	КПТ10-7.5 РО4				
					Лист				
					11				