

УДК 62-543.2-82

Группа 1-17

О Т Р А С Л Е В О Й С Т А Н Д А Р Т

МЕТОДИКА РАСЧЕТА МАЛОШУМНОГО

ДРОССЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА С

ОСТ 26 - 07 - 1373- 75

③ ПОСТОЯННЫМ ГИДРАВЛИЧЕСКИМ
СОПРОТИВЛЕНИЕМ

Вводится впервые

* Снято ограничение срока действия.
Приказом Сопротомарматуры от "22" декабря 1975 г.

№ 148 срок введения установлен с "1" января
1977 г. на срок до "1" января 1982 г.

* ④ ~~срок действия продлен до 1 января 1987 г.~~
④ Несоблюдение стандарта преследуется по закону.
④ ~~срок действия продлить до 01.01.1982~~
④ ~~срок действия продлен до 01.01.87~~

Настоящий стандарт распространяется на малошумные дрос-
сельные устройства с постоянным гидравлическим сопротивлени-
ем D_u от 6 до 32 мм и давлением до 20 atm ($200 \text{ кг}/\text{см}^2$), работающие
на воде с температурой до 100°C , и устанавливает методику
расчета количества ступеней дросселирования, их геометриче-
ские размеры, обеспечивающие бескавитационный режим работы
дроссельного устройства с многоступенчатым дросселированием
потока, при котором общий перепад давления в устройстве рас-
пределяется между отдельными ступенями.

Настоящий стандарт является обязательным на стадии разработки технического проекта арматуры.

I. ЗАДАЧИ РАСЧЕТА

I.1. Рассчитать количество ступеней, обеспечивающих бескавитационный режим работы, по заданным значениям расхода среды, давлениям на входе и выходе дроссельного устройства.

I.2. Рассчитать величину суммарной проходной площади отверстий в каждой ступени дросселирования, обеспечивающую заданный расход среды.

I.3. Выбрать диаметр отверстий в каждой ступени дросселирования и рассчитать их количество по известной величине суммарной проходной площади.

2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

2.1. Основные обозначения и принятые размерности:

D_y - диаметр условного прохода, мм;

D - диаметр проточной части дроссельного устройства, мм;

F_y - площадь условного прохода, мм^2 ;

f_n - суммарная площадь отверстий в n -й ступени дросселирования, мм^2 ;

② G - весовой расход, кг/час ; кг/с

P_1 - абсолютное давление на входе дроссельного устройства, ② МПа ($\text{кгс}/\text{см}^2$);

P_K - абсолютное давление среды на выходе дроссельного

② $\text{устройства, } \frac{\text{МПа}}{(\text{кгс}/\text{см}^2)}$;

P_n - абсолютное давление среды за n -й ступенью дросселирования, Pa ;

ΔP_n - перепад давления на n -й ступени дросселирования, Pa ;

K_{n1} - коэффициент пропускной способности n -й ступени дросселирования, $\text{м}^3/\text{ч}$;

γ - ~~плотность~~ вес среды, $\text{кг}/\text{м}^3$

μ_n - коэффициент расхода n -й ступени дросселирования, отнесенный к f_n ;

n - количество ступеней дросселирования ;

K_n - количество отверстий в n -й ступени дросселирования.

3. УСЛОВИЯ РАСЧЕТА

3.1. Проточная часть малошумного дроссельного устройства с постоянным гидравлическим сопротивлением, представленная на чертеже, должна удовлетворять следующим требованиям:

- угол конусности α каждой ступени дросселирования равен 90° ;

- расстояние между ступенями дросселирования b - от 2 до $3D_y$;

- диаметр проточной части D - от 2 до $4D_y$;

- толщина каждой ступени дросселирования h выбирается из условий прочности ;

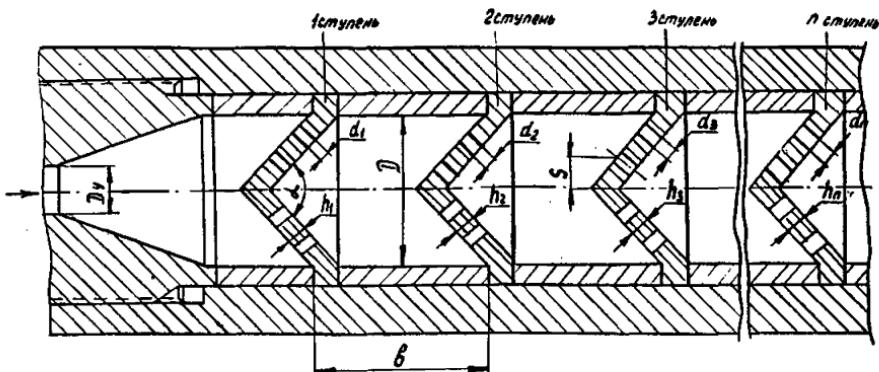
- отношение толщины ступени дросселирования h_n к диаметру отверстия d_n $\frac{h_n}{d_n}$ от 1 до 4 ;

- отношение расстояния S от центра n -й ступени дросселирования до центра отверстий в n -й ступени к диаметру проточной части D $\frac{S}{D}$ от 0,12 до 0,35 ;

- радиус закруглений входных и выходных кромок отверстий -

от 0,5 до 1 мм.

3.2. Коэффициент распределения перепадов давления β принимается равным 0,3 при перепаде ΔP от $(2$ до 10 $\text{кгс}/\text{см}^2)$ и равным 0,5 при перепаде ΔP от $(10$ до 20 $\text{кгс}/\text{см}^2)$.



4. РАСЧЕТ

4.1. Количество ступеней дросселирования N определяется по формуле

$$N = \frac{\lg \frac{P_1}{P_n}}{\lg (1-\beta)}$$

и округляется до целого большего числа.

4.2. Перепад давления на каждой ступени дросселирования определяется по формулам:

$$\Delta P_n = P_{n-1} - P_n,$$

$$P_n = P_{n-1} \cdot (1 - \beta)$$

4.3. Коэффициент пропускной способности каждой ступени дросселирования определяется по формуле

$$② \quad K_{rh} = \left(\frac{G}{1,25 \gamma_0 \rho_0 f} \right) \quad K_V = 36 \frac{G}{1,25 \gamma_0 \Delta \rho \cdot f}$$

где 1,25 - коэффициент, учитывающий повышение расхода с реди через цилиндрическое отверстие по сравнению с расходом через отверстие в тонкой стенке.

4.4. Величина проходной площади для каждой ступени определяется по формуле

$$\frac{M_n f_n}{F_y} = \frac{20 K_{rh}}{F_y} ,$$

где значения коэффициента расхода M_n в зависимости от $\frac{M_n f_n}{F_y}$ выбираются из табл. I.

Таблица I

$\frac{M_n f_n}{F_y}$	0	0,11	0,16	0,21	0,26	0,31	0,36	0,41	0,46	0,51	0,56
M_n	0,60	0,61	0,63	0,65	0,67	0,70	0,72	0,74	0,77	0,80	0,82

4.5. Для упрощения технологического процесса изготовления выбирается определенный диаметр отверстий в каждой ступени дросселирования, равный диаметру сверла, но не менее 1 мм. Необходимая величина проходной площади f_n , полученная по расчету для каждой ступени, обеспечивается за счет увеличения количества отверстий от минимального значения, равного 2.

4.6. Количество отверстий в каждой ступени дросселирования рассчитывается по формуле

$$K_n = \frac{f_n}{0,785 d_n^2}$$

4.7. Результаты расчетов следует указать в табл. 2 по приведенной форме.

Таблица 2

Номер ступени	ΔP_n	K_{Tn}	$\frac{M_n f_n}{F_y}$	M_n	$\frac{f_n}{F_y}$	f_n	d_n	K_n
1								
2								
n								

③ 4.8. Рассчитанное дроссельное устройство с постоянным гидравлическим сопротивлением после изготовления проверить экспериментально на виброакустическом стенде и результаты измерений представить в виде зависимости уровней вибрации ξ в децибелах от частоты f в герцах на чертеже.

③ 4.9. Пример расчета дроссельного устройства с постоянным гидравлическим сопротивлением сильфонного вентиля приведен в приложении.

Приложение

ПРИМЕР РАСЧЕТА
ДРОССЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ СИЛЬФОНИСКОГО
НЕНТИЛЯ С26375-010

1. Задача расчета - определить количество ступеней дросселирования, суммарную проходную площадь, выбрать диаметры отверстий и рассчитать их количество в каждой ступени.

2. Исходные данные для расчета приведены в табл. I.

Таблица I

Наименование параметра	Показатель
Проход условный D_u , мм	10
Расход весовой G , кг/с	(1) 0,278
Давление на входе P_1 , МПа (кгс/см ²)	(200) 20
Давление на выходе P_2 , МПа (кгс/см ²)	(1,5) 0,15
Перепад давления на дроссельном устройстве ΔP , МПа (кгс/см ²)	(198,5) 19,85
Плотность среды ρ , кг/м ³	(1) 10^3
Температура среды t , °С	до 100

Рабочая среда - вода.

② 3. Коэффициент распределения перепадов давления при ΔP (199) 19,9 равен 0,5.

4. Количество ступеней дросселирования определяется по формуле

$$n = \frac{\lg \frac{P_2}{P_1}}{\lg (1 - \beta)} = \frac{\lg \frac{0,15}{200}}{\lg (1 - 0,5)} = \frac{2,125}{-0,301} = 7$$

5. Перепады давления по ступеням дросселирования определяются по формулам:

а) 1 ступень:

$$\textcircled{2} \quad P_2 = P_1 (1-\beta) = (200 (1 - 0,5) = 100 \text{ кгс/см}^2, 20/1-0,5=10 \text{ МПа}$$

$$\Delta P = (200 - 100 = 100 \text{ кгс/см}^2; \Delta P = 20 - 10 = 10 \text{ МПа}$$

б) 2 ступень:

$$\textcircled{2} \quad P_3 = P_2 (1-\beta) = (100 (1 - 0,5) = 50 \text{ кгс/см}^2, 10/1-0,5=5 \text{ МПа}$$

$$\Delta P = (100 - 50 = 50 \text{ кгс/см}^2; \Delta P = 10-5=5 \text{ МПа}$$

в) 3 ступень:

$$\textcircled{2} \quad P_4 = P_3 (1-\beta) = (50 (1 - 0,5) = 25 \text{ кгс/см}^2, 5/1-0,5=2,5 \text{ МПа}$$

$$\Delta P = (50 - 25 = 25 \text{ кгс/см}^2; \Delta P = 5-2,5=2,5 \text{ МПа}$$

г) 4 ступень:

$$\textcircled{2} \quad P_5 = P_4 (1-\beta) = (25 (1 - 0,5) = 12,5 \text{ кгс/см}^2, 2,5/1-0,5=1,25 \text{ МПа}$$

$$\Delta P = (25 - 12,5 = 12,5 \text{ кгс/см}^2; \Delta P = 2,5-1,25=1,25 \text{ МПа}$$

д) 5 ступень:

$$\textcircled{2} \quad P_6 = P_5 (1-\beta) = 12,5 (1 - 0,5) = 6,25 \text{ кгс/см}^2, 1,25/1-0,5=0,625 \text{ МПа}$$

$$\Delta P = (12,5 - 6,25 = 6,25 \text{ кгс/см}^2; \Delta P = 1,25-0,625=0,625 \text{ МПа}$$

е) 6 ступень:

$$\textcircled{2} \quad P_7 = P_6 (1-\beta) = (6,25 (1 - 0,5) = 3,12 \text{ кгс/см}^2, 0,625/1-0,5=0,312 \text{ МПа}$$

$$\Delta P = (6,25 - 3,12 = 3,13 \text{ кгс/см}^2; \Delta P = 0,625-0,312=0,313 \text{ МПа}$$

ж) 7 ступень:

$$\textcircled{2} \quad P_8 = P_7 (1-\beta) = (3,13 (1 - 0,5) = 1,57 \text{ кгс/см}^2, 0,313/1-0,5=0,157 \text{ МПа}$$

$$\Delta P = (3,13 - 1,57 = 1,56 \text{ кгс/см}^2; \Delta P = 0,313-0,157=0,156 \text{ МПа}$$

6. Величины проходной площади каждой ступени дросселирования, диаметры отверстий и их количество определяется по формулам:

а) 1 ступень:

$$\textcircled{2} \quad K_{V_1} = \left(\frac{I}{1,25\sqrt{100 \cdot I}} \right) = 0,08 \text{ т/час}; \quad K_{V_1} = \frac{36 \cdot 0,278}{1,25\sqrt{10 \cdot 10^3}} = 0,08 \frac{m^3}{s}$$

$$\frac{M_1 f_1}{F_y} = \frac{20 \cdot 0,08}{78,5} = 0,0204; \quad M_1 = 0,60;$$

$$\frac{f_1}{F_y} = \frac{0,0204}{0,60} = 0,034; \quad f_1 = 2,67 \text{ мм}^2$$

Принимаем $d_1 = 1,3 \text{ мм}$

$$K_1 = \frac{2,67}{0,785 \cdot 1,3^2} = 2$$

б) 2 ступень:

$$\textcircled{2} \quad K_{V_2} = \left(\frac{I}{1,25\sqrt{50 \cdot I}} \right) = 0,113 \text{ т/час}; \quad K_{V_2} = \frac{36 \cdot 0,278}{1,25\sqrt{5 \cdot 10^3}} = 0,113 \frac{m^3}{s}$$

$$\frac{M_2 f_2}{F_y} = \frac{20 \cdot 0,113}{78,5} = 0,029; \quad M_2 = 0,60;$$

$$\frac{f_2}{F_y} = \frac{0,029}{0,60} = 0,048; \quad f_2 = 3,76 \text{ мм}^2$$

Принимаем $d_2 = 1,5 \text{ мм}$

$$K_2 = \frac{3,76}{0,785 \cdot 1,5^2} = 2$$

в) 3 ступень:

$$\textcircled{2} \quad K_{V_3} = \left(\frac{I}{1,25\sqrt{25 \cdot I}} \right) = 0,16 \text{ т/час}; \quad K_{V_3} = \frac{36 \cdot 0,278}{1,25\sqrt{2,5 \cdot 10^3}} = 0,16 \frac{m^3}{s}$$

$$\frac{M_3 f_3}{F_y} = \frac{20 \cdot 0,16}{78,5} = 0,0408; \quad M_3 = 0,60;$$

$$\frac{f_3}{f_y} = \frac{0,0408}{0,60} = 0,068 ; \quad f_3 = 5,32 \text{ mm}^2$$

Принимаем $d_3 = 1,8 \text{ mm}$

$$K_3 = \frac{5,32}{0,785 \cdot 1,8^2} = 2$$

г) 4 ступень:

$$\textcircled{2} K_{V_4} = \left(\frac{I}{1,25\sqrt{12,5 \cdot I}} \right) = 0,227 \text{ т/час}; \quad K_{V_4} = \frac{36 \cdot 0,278}{1,25\sqrt{6,25 \cdot 10^3}} = 0,227 \frac{\text{м}^3}{\text{т}}$$

$$\frac{M_4 f_4}{f_y} = \frac{0,227 \cdot 20}{78,5} = 0,058 ; \quad M_4 = 0,60;$$

$$\frac{f_4}{f_y} = \frac{0,057}{0,60} = 0,0965 ; \quad f_4 = 7,57 \text{ mm}^2$$

Принимаем $d_4 = 2,0 \text{ mm}$

$$K_4 = \frac{7,57}{0,785 \cdot 2^2} = 2$$

д) 5 ступень:

$$\textcircled{2} K_{V_5} = \left(\frac{I}{1,25\sqrt{6,25 \cdot I}} \right) = 0,32 \text{ т/час}; \quad K_{V_5} = \frac{36 \cdot 0,278}{1,25\sqrt{6,25 \cdot 10^3}} = 0,32 \frac{\text{м}^3}{\text{т}}$$

$$\frac{M_5 f_5}{f_y} = \frac{20 \cdot 0,32}{78,5} = 0,0816 ; \quad M_5 = 0,60;$$

$$\frac{f_5}{f_y} = \frac{0,0816}{0,60} = 0,136 ; \quad f_5 = 10,7 \text{ mm}^2$$

Принимаем $d_5 = 2,2 \text{ mm}$

$$K_5 = \frac{10,7}{0,785 \cdot 2,2^2} = 3$$

e) 6 ступень:

$$② K_6 = \left(\frac{I}{1,25\sqrt{3,13 \cdot I}} \right) = 0,452 \text{ т/час}; \quad K_{V6} = \frac{36 \cdot 0,278}{1,25\sqrt{0,313 \cdot 10^3}} = 0,452 \frac{m^3}{4}$$

$$\frac{M_6 f_6}{F_y} = \frac{20 \cdot 0,452}{78,5} \approx 0,115; \quad M_6 = 0,61;$$

$$\frac{f_6}{F_y} = \frac{0,115}{0,61} = 0,188; \quad f_6 = 14,8 \text{ мм}^2$$

Принимаем $d_6 = 2,5 \text{ мм}$

$$K_6 = \frac{14,8}{0,785 \cdot 2,5^2} = 3$$

x) 7 ступень:

$$② K_7 = \left(\frac{I}{1,25\sqrt{1,56 \cdot I}} \right) = 0,641 \text{ т/час}; \quad K_{V7} = \frac{36 \cdot 0,278}{1,25\sqrt{0,156 \cdot 10^3}} = 0,641 \frac{m^3}{4}$$

$$\frac{M_7 f_7}{F_y} = \frac{20 \cdot 0,641}{78,5} = 0,163; \quad M_7 = 0,63;$$

$$\frac{f_7}{F_y} = \frac{0,163}{0,63} = 0,260; \quad f_7 = 20,3 \text{ мм}^2$$

Принимаем $d_7 = 3,0 \text{ мм}$

$$K_7 = \frac{20,3}{0,785 \cdot 3^2} = 3$$

7. Результаты расчета сведены в табл. 2.

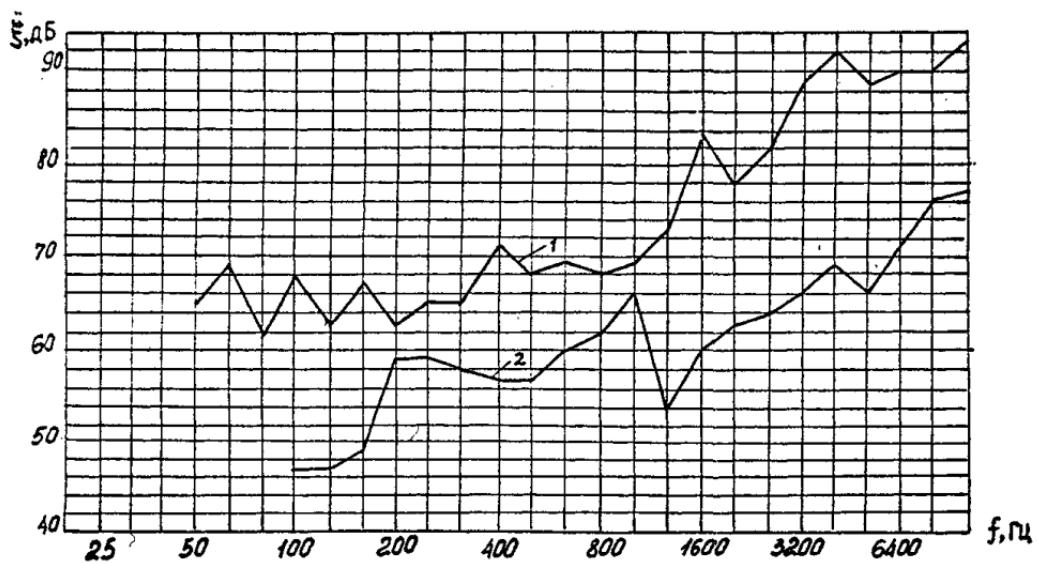
Таблица 2

Номер ступени	ΔP_n ②	K_{Yn}	$\frac{M_n f_n}{F_y}$	M_n	$\frac{f_n}{F_y}$	f_n	d_n	K_n
1	100,00	0,080	0,0204	0,60	0,034	2,67	1,3	2
2	50,00	0,113	0,0290		0,048	3,76	1,5	
3	25,00	0,160	0,0408		0,068	5,32	1,8	

Продолжение табл. 2

Номер ступени	ΔP_n	K_{V_n}	$\frac{M_n f_n}{F_y}$	M_n	$\frac{f_n}{F_y}$	f_n	d_n	K_n
4	12,50	0,227	0,0580	0,60	0,096	7,57	2,0	2
5	0,625	0,320	0,0816		0,136	10,70	2,2	3
6	0,312	0,452	0,1150	0,61	0,188	14,80	2,5	
7	0,156	0,641	0,1630	0,63	0,269	20,30	3,0	

8. Результаты измерений уровней вибрации дроссельного устройства с постоянным гидравлическим сопротивлением обычного и малошумного исполнения приведены на рисунке.



Уровни вибрации дроссельных устройств:

1- дроссельное устройство обычного исполнения;
 2- малошумное дроссельное устройство