

## О Т Р А С Л Е В О Й С Т А Н Д А Р Т

## МЕТОДИКА РАСЧЕТА МАЛОШУМНОГО

ДРОСЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА С

ОСТ 26 - 07 - 1373 - 75

③ ПОСТОЯННЫМ ГИДРАВЛИЧЕСКИМ  
СОПРОТИВЛЕНИЕМ

Вводится впервые

\* *Снято ограничение срока действия.*

Приказом Совпромарматуры от "22" декабря 1975 г.

№ 148 срок введения установлен с "I" января

1977 г. на срок до "I" января 1982 г.

\* ~~③ срок действия продлен до января 1987 г.~~  
Несоблюдение стандарта преследуется по закону.~~② срок действия продлен до 01.01.82г.~~~~① срок действия продлен до 01.01.87г.~~

Настоящий стандарт распространяется на малошумные дрос-

③ сельные устройства с постоянным гидравлическим сопротивлени-

② ем  $D_u$  от 6 до 32 мм и давлением до <sup>20 МПа</sup> (200 кг/см<sup>2</sup>), 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.

## 1. ЗАДАЧИ РАСЧЕТА

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

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

1.3. 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<sup>2</sup> ;

$f_n$  - суммарная площадь отверстий в  $n$  - й ступени дросселирования, мм<sup>2</sup> ;

②  $G$  - массовый расход, ~~г/час~~ ; кг/с

$P_1$  - абсолютное давление на входе дроссельного устройства,

② МПа (кгс/см<sup>2</sup>) ;

$P_x$  - абсолютное давление среды на выходе дроссельного

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

$P_n$  - абсолютное давление среды за  $n$  - и ступенью дросселирования,  $\text{МПа}$  ( $\text{кгс}/\text{см}^2$ );

$\Delta P_n$  - перепад давления на  $n$  - и ступени дросселирования,  $\text{МПа}$  ( $\text{кгс}/\text{см}^2$ );

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

$\gamma$  - ~~удельный вес~~ <sup>плотность</sup> среды,  $\text{т}/\text{м}^3$ ;  $\text{кг}/\text{м}^3$

$\mu_n$  - коэффициент расхода  $n$  - и ступени дросселирования, отнесенный к  $f_n$ ;

$n$  - количество ступеней дросселирования;

$K_n$  - количество отверстий в  $n$  - и ступени дросселирования.

### 3. УСЛОВИЯ РАСЧЕТА

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

- угол конусности  $\alpha$  каждой ступени дросселирования равен  $90^\circ$ ;

- 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;

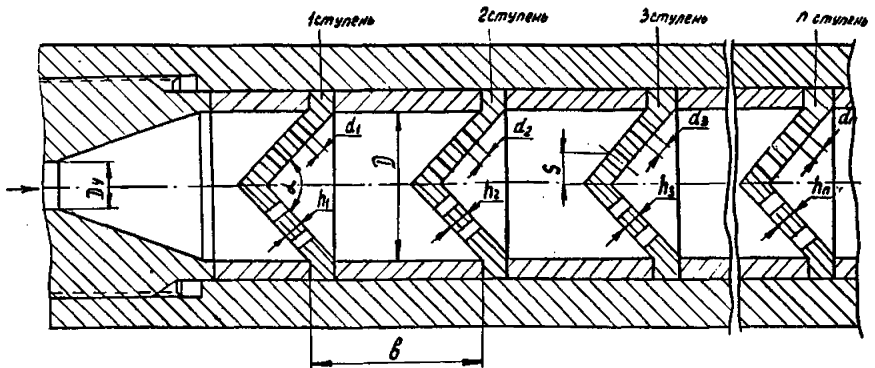
- отношение толщины ступени дросселирования  $h_n$  к диаметру отверстия  $d_n$   $\frac{h_n}{d_n}$  от 1 до 4;

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

- радиусы закруглений входных и выходных кромок отверстий -

от 0,5 до 1 мм.

- 3.2. Коэффициент распределения перепадов давления  $\beta$  принимается равным 0,3 при перепаде  $\Delta P$  от  $\frac{0,2 \text{ до } 10 \text{ МПа}}$  (2 до 100 кгс/см<sup>2</sup>) и равным 0,5 при перепаде  $\Delta P$  от  $\frac{10 \text{ до } 20 \text{ МПа}}$  (100 до 200 кгс/см<sup>2</sup>).



#### 4. РАСЧЕТ

4.1. Количество ступеней дросселирования  $n$  определяется по формуле

$$n = \frac{\lg \frac{P_2}{P_1}}{\lg(1-\beta)}$$

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

$$\textcircled{2} \quad K_{\gamma n} = \left( \frac{G}{125 \sqrt{\rho_n \gamma}} \right) \quad K_{\gamma} = 36 \frac{G}{1,25 \sqrt{\Delta p \cdot \gamma}}$$

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

4.4. Величина проходной площади для каждой ступени определяется по формуле

$$\frac{\mu_n f_n}{F_{\gamma}} = \frac{20 K_{\gamma n}}{F_{\gamma}},$$

где значения коэффициента расхода  $\mu_n$  в зависимости от  $\frac{\mu_n f_n}{F_{\gamma}}$  выбираются из табл. I.

Таблица I

| $\frac{\mu_n f_n}{F_{\gamma}}$ | от 0 | от 0,11 | от 0,16 | от 0,21 | от 0,26 | от 0,31 | от 0,36 | от 0,41 | от 0,46 | от 0,51 | от 0,56 |
|--------------------------------|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| $\frac{\mu_n f_n}{F_{\gamma}}$ | 0,10 | 0,15    | 0,20    | 0,25    | 0,30    | 0,35    | 0,40    | 0,45    | 0,50    | 0,55    | 0,60    |
| $\mu_n$                        | 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 | $\Delta P_n$ | $K_{\gamma n}$ | $\frac{\mu_n f_n}{F_y}$ | $\mu_n$ | $\frac{f_n}{F_y}$ | $f_n$ | $d_n$ | $K_n$ |
|---------------|--------------|----------------|-------------------------|---------|-------------------|-------|-------|-------|
| 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  $\xi$  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 СИЛЬФОННОГО  
ВЕНТИЛЯ 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 $D_y$ , мм  | 10                  |
| Расход весовой $G$ , т/час кг/с   | (1) 0,278           |
| ② Давление на входе $P_1$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> )  | (200) 20            |
| ② Давление на выходе $P_k$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> )   | (1,5) 0,15          |
| ② Перепад давления на дроссельном устройстве $\Delta P$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> )              | (198,5) 19,85       |
| ② <del>Удельный вес</del> <sup>Плотность</sup> среды $\rho$ , т/см <sup>3</sup> кг/м <sup>3</sup> | (1) 10 <sup>3</sup> |
| Температура среды $t$ , °C  | до 100              |

Рабочая среда - вода.

② 3. Коэффициент распределения перепадов давления при  $\Delta P$  (199) 19,9 равен 0,5.

4. Количество ступеней дросселирования определяется по формуле

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

5. Перепады давления по ступеням дросселирования определяются по формулам:

а) I ступень:

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

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

б) 2 ступень:

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

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

в) 3 ступень:

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

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

г) 4 ступень:

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

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

д) 5 ступень:

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

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

е) 6 ступень:

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

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

ж) 7 ступень:

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

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



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

а) I ступень:

$$\textcircled{a} K_{V1} = \left( \frac{1}{1,25 \sqrt{100 \cdot 1}} = 0,08 \text{ т/час} \right); K_{V1} = \frac{36 \cdot 0,278}{1,25 \sqrt{10 \cdot 10^3}} = 0,08 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

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

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

Принимаем  $d_1 = 1,3 \text{ мм}$

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

б) 2 ступень:

$$\textcircled{a} K_{V2} = \left( \frac{1}{1,25 \sqrt{50 \cdot 1}} = 0,113 \text{ т/час} \right); K_{V2} = \frac{36 \cdot 0,278}{1,25 \sqrt{5 \cdot 10^3}} = 0,113 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

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

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

Принимаем  $d_2 = 1,5 \text{ мм}$

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

в) 3 ступень:

$$\textcircled{a} K_{V3} = \left( \frac{1}{1,25 \sqrt{25 \cdot 1}} = 0,16 \text{ т/час} \right); K_{V3} = \frac{36 \cdot 0,278}{1,25 \sqrt{2,5 \cdot 10^3}} = 0,16 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

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

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

Принимаем  $d_3 = 1,8 \text{ мм}$

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

г) 4 ступень:

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

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

$$\frac{f_4}{F_y} = \frac{0,057}{0,60} = 0,0965 , \quad f_4 = 7,57 \text{ мм}^2$$

Принимаем  $d_4 = 2,0 \text{ мм}$

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

д) 5 ступень:

$$\textcircled{2} K_{V_5} = \left( \frac{I}{1,25 \sqrt{6,25 \cdot I}} = 0,32 \text{ т/час} \right); \quad K_{V_5} = \frac{36 \cdot 0,278}{1,25 \sqrt{0,625 \cdot 10^3}} = 0,32 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

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

$$\frac{f_5}{F_y} = \frac{0,0816}{0,60} = 0,136 , \quad f_5 = 10,7 \text{ мм}^2$$

Принимаем  $d_5 = 2,2 \text{ мм}$

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

е) 6 ступень:

$$\textcircled{2} K_{\gamma_6} = \left( \frac{I}{I,25\sqrt{3,13 \cdot I}} = 0,452 \text{ т/час} \right); K_{V_6} = \frac{36 \cdot 0,278}{1,25\sqrt{0,313 \cdot 10^3}} = 0,452 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

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

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

Принимаем  $d_6 = 2,5 \text{ мм}$ 

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

ж) 7 ступень:

$$\textcircled{2} K_{\gamma_7} = \left( \frac{I}{I,25\sqrt{1,56 \cdot I}} = 0,641 \text{ т/час} \right); K_{V_7} = \frac{36 \cdot 0,278}{1,25\sqrt{0,156 \cdot 10^3}} = 0,641 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

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

$$\frac{f_7}{F_y} = \frac{0,163}{0,63} = 0,269; \quad f_7 = 20,3 \text{ мм}^2$$

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.

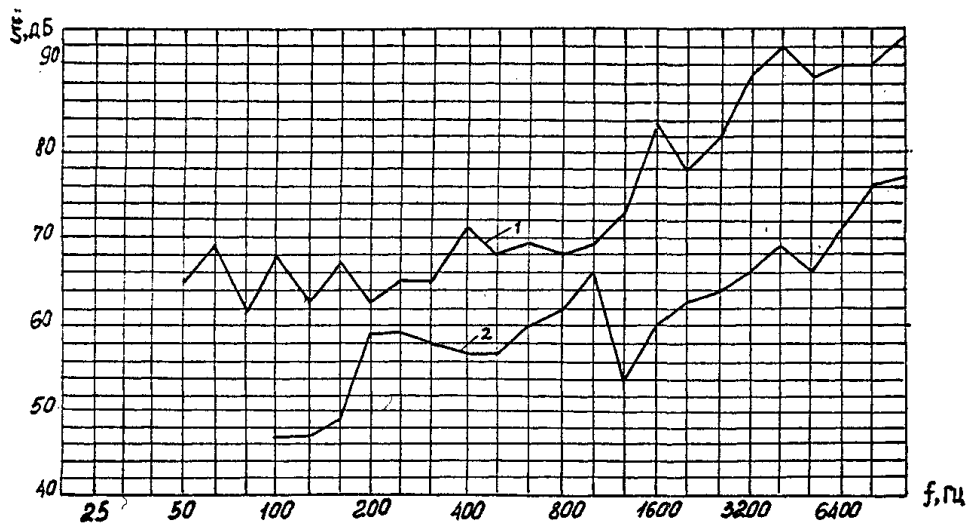
Таблица 2

| Номер ступе-<br>ни | $\Delta \rho_n$ $\textcircled{2}$ | $K_{\gamma_n}$ | $\frac{M_n f_n}{F_y}$ | $M_n$ | $\frac{f_n}{F_y}$ | $f_n$ | $d_n$ | $K_n$ |
|--------------------|-----------------------------------|----------------|-----------------------|-------|-------------------|-------|-------|-------|
| 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 | $\Delta P_n$ ② | $K_{Vn}$ | $\frac{K_n f_n}{F_y}$ | $M_n$ | $\frac{f_n}{F_y}$ | $f_n$ | $d_n$ | $K_n$ |
|---------------|----------------|----------|-----------------------|-------|-------------------|-------|-------|-------|
| 4             | 12,50          | 0,227    | 0,0580                | 0,60  | 0,096             | 7,57  | 2,0   | 3     |
| 5             | 06,25          | 0,320    | 0,0816                |       | 0,136             | 10,70 | 2,2   |       |
| 6             | 03,12          | 0,452    | 0,1150                | 0,61  | 0,188             | 14,80 | 2,5   |       |
| 7             | 01,56          | 0,641    | 0,1630                | 0,63  | 0,269             | 20,30 | 3,0   |       |

- ③ 8. Результаты измерения 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- малозумное дроссельное устройство

РТИ ИЛОА № 768-150-76