

Технический комитет по стандартизации “Промышленная трубопроводная арматура и сальфоны”  
(ТК259)

Закрытое акционерное общество “Научно-производственная фирма  
“Центральное конструкторское бюро арматуростроения”



**СТАНДАРТ ЦКБА**

---

**СТ ЦКБА 020-2004**

**Арматура трубопроводная  
МЕТОДИКА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА  
МАЛОШУМНОГО РЕДУЦИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА  
С ПОСТОЯННЫМ ГИДРАВЛИЧЕСКИМ  
СОПРОТИВЛЕНИЕМ**

НПФ “ЦКБА”

2004

## Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Закрытым акционерным обществом “Научно-производственная фирма “Центральное конструкторское бюро арматуростроения” (ЗАО “НПФ “ЦКБА”) и Научно-промышленной ассоциацией арматуростроителей (НПАА).

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом от 21.06.2004 № 26.

3 СОГЛАСОВАН Техническим комитетом по стандартизации Госстандарта России “Промышленная трубопроводная арматура и сильфоны” (ТК259).

4 ВЗАМЕН ОСТ 26-07-1373-75 “Методика расчета малошумного дроссельного устройства с постоянным гидравлическим сопротивлением”.

*По вопросам заказа стандартов ЦКБА и технической информации  
обращаться в отдел стандартизации  
НПФ “ЦКБА” по телефонам (812) 331-27-75, 331-27-43  
195027, Россия, С-Петербург, пр.Шаумяна, 4, корп.1, лит.А.  
E-mail: ckba121@ckba.ru*

© ЗАО “НПФ “ЦКБА”

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен без разрешения ЗАО “НПФ “ЦКБА”

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Область применения.....	4
2	Термины, определения, условные обозначения и сокращения.....	4
3	Задача расчета.....	6
4	Методика расчета.....	6
Приложение А. Пример расчета редуцирующего устройства клапана сильфонного черт. С26375-010.....		11

# С Т А Н Д А Р Т Ц К Б А

---

Арматура трубопроводная  
**МЕТОДИКА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА  
 МАЛОШУМНОГО РЕДУЦИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА С ПОСТОЯННЫМ  
 ГИДРАВЛИЧЕСКИМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ**

---

Дата введения 2004-09-01

## 1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на малошумные редуцирующие устройства (далее – устройства) с постоянным гидравлическим сопротивлением DN от 6 до 32 и давлением Pp до 20 МПа (200 кгс/см<sup>2</sup>), работающие на воде при температуре до 100 °С.

## 2 Термины, определения, условные обозначения и сокращения

2.1 В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями и условными обозначениями:

2.1.1 **малошумное редуцирующее устройство**. Промышленная трубопроводная арматура или ее составляющая часть, предназначенная для снижения давления до установленной величины при заданном расходе рабочей среды посредством создания в проточной части одного или нескольких последовательно расположенных внезапных сужений и расширений.

2.1.2 **уровень колебаний (вибрация) L**.. Характеристика колебаний, сравнивающая две одноименные физические величины, пропорциональная десятичному логарифму отношения оцениваемого и исходного значений величины

Примечание – для ускорения уровень, измеряемый в децибелах (дБ)  $L = 20 \lg \frac{\ddot{\zeta}}{\ddot{\zeta}_0}$ ,

где  $\ddot{\zeta}$  –оцениваемое значение ускорения, м/с<sup>2</sup>;

$\ddot{\zeta}_0$  –исходное значение ускорения, м/с<sup>2</sup>;

для малошумного устройства -  $\ddot{\zeta}_0 = 3 \cdot 10^{-4}$  м/с<sup>2</sup>.

2.1.3 **собственная частота колебаний.** Количество гармонических колебаний в секунду.

2.1.4 **малозумное устройство.** Устройство из последовательно соединенных диафрагм (шайб) для снижения уровней вибрации, возникающей при протекании среды через проточную часть арматуры.

2.1.5 **ступень** Конусообразная перфорированная диафрагма.

## 2.2 Условные обозначения

$DN$	-	проход условный (размер номинальный);
$D$	-	диаметр проточной части устройства, мм;
$d_n$	-	диаметр отверстий $n$ -й ступени, мм;
$n$	-	количество ступеней редуцирования;
$n_{расч}$	-	количество ступеней расчетное;
$n_{прин}$	-	количество ступеней принятое;
$FN$	-	площадь условного прохода, мм <sup>2</sup> ;
$f_n$	-	суммарная площадь отверстий $n$ -й ступени, мм <sup>2</sup> ;
$G$	-	массовый расход рабочей среды, кг/с;
$P_{вх}$	-	абсолютное давление среды на входе устройства, МПа;
$P_{вых}$	-	абсолютное давление среды на выходе устройства, МПа;
$P_n$	-	абсолютное давление среды за $n$ -й ступенью устройства, МПа;
$\Delta P_n$	-	перепад давления на $n$ -й ступени устройства, МПа;
$K_{v_n}$	-	пропускная способность $n$ -й ступени, м <sup>3</sup> /ч;
$\rho$	-	плотность среды, кг/м <sup>3</sup> ;
$\mu$	-	коэффициент расхода $n$ -й ступени, отнесенный к суммарной площади отверстий $f_n$ ;
$K_n$	-	количество отверстий $n$ -й ступени;
$\alpha$	-	угол конусности каждой ступени, град;
$b$	-	расстояние между ступенями, мм;
$h_n$	-	толщина ступени, мм;
$S_n$	-	расстояние от устройства до центра каждого отверстия ступени;
$r$	-	радиус скругления входной и выходной кромок отверстий, мм;

- $\beta$  - часть перепада давления, приходящаяся на одну ступень;
- $\xi$  - уровень вибрации, дБ;
- $f$  - частота колебаний, Гц.

### 3 Задача расчета

- 3.1 Определение количества ступеней редуцирования.
- 3.2 Определение количества отверстий в каждой ступени.

### 4 Методика расчета

4.1 Проточная часть маломощного редуцирующего устройства с постоянным гидравлическим сопротивлением представлена на рисунке 1.

4.2 Рекомендуемые размеры проточной части устройства приведены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Размеры	Величины
$a$	90
$b$	от 2 DN до 3 DN
$D$	от 2 DN до 4 DN
$h_n$	исходя из условия прочности
$\frac{h_n}{d_n}$	от 1 до 4
$\frac{S}{D}$	от 0,12 до 0,35
$r$	от 0,5 до 1,0

4.3 Расчет количества ступеней редуцирования.

Количество ступеней рассчитывается по формуле:

$$n_{расч} = \frac{\lg \frac{P_{вых}}{P_{вх}}}{\lg(1 - \beta)}, \quad (1)$$

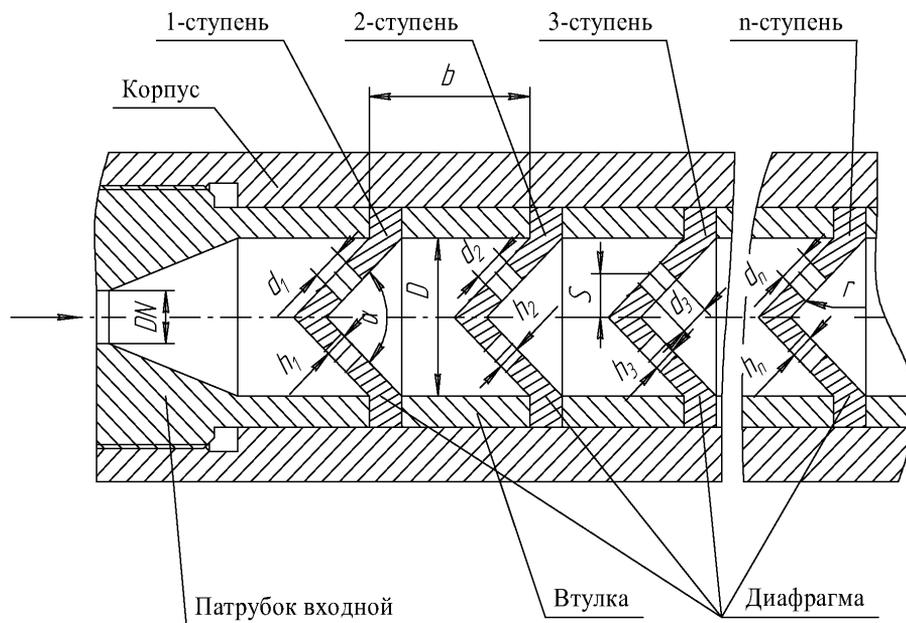


Рисунок 1 - Проточная часть малозумного редуцирующего устройства с постоянным гидравлическим сопротивлением

где  $\beta = 0,3$  при  $\Delta P$  от 0,2 до 10 МПа;

$\beta = 0,5$  при  $\Delta P$  от 10 до 20 МПа.

Полученные значения  $n_{расч}$  следует округлить до ближайшего большего целого числа.

#### 4.4 Определение количества отверстий в каждой ступени.

Количество отверстий рассчитывается в следующей последовательности:

1) Рассчитать перепад давления на каждой ступени по формуле:

$$\Delta P_n = P_{n-1} \cdot \beta. \quad (2)$$

2) Рассчитать абсолютное давление за  $n$ -ой ступенью  $P_n$  по формуле

$$P_n = P_{n-1} + \Delta P_n. \quad (3)$$

При расчете следует учитывать следующее:

- давление на входе первой ступени равно давлению на входе устройства  $P_0 = P_{вх}$ ;

- давление на выходе последней ступени равно давлению на выходе устройства

$$P_n = P_{вых}.$$

3) Рассчитать пропускную способность каждой ступени по формуле

$$K_{V_n} = 36 \frac{G}{\sqrt{\Delta P_n \cdot \rho}}. \quad (4)$$

4) Рассчитать относительную эффективную проходную площадь каждой ступени по формуле

$$\left( \frac{\mu f}{FN} \right)_n = \frac{20 K_{V_n}}{FN}, \quad (5)$$

где  $FN = \frac{\pi}{4} DN^2$ .

5) По значению  $\left( \frac{\mu f}{FN} \right)_n$  по графику зависимости  $\mu = \varphi \left( \frac{\mu f}{FN} \right)$ , приведенному на рисунке 2, определить значение коэффициента расхода  $\mu_n$ .

6) Рассчитать относительную проходную площадь  $f_n$  по формуле

$$f_n = \frac{\left( \frac{\mu f}{FN} \right)_n \cdot FN}{\mu_n}. \quad (6)$$

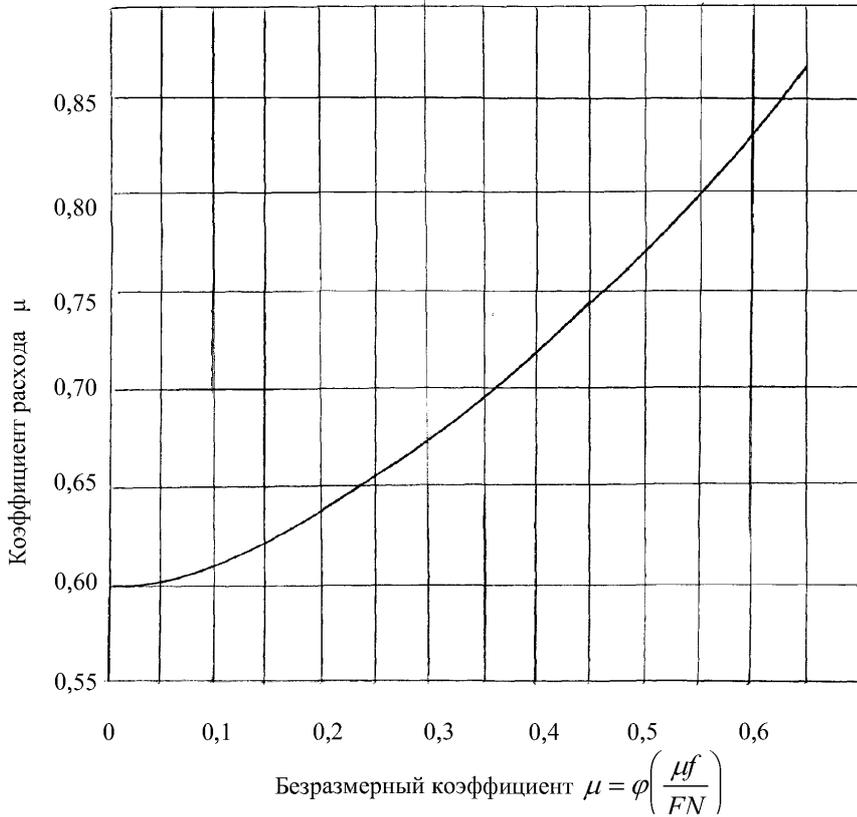


Рисунок 2 Зависимость  $\mu = \varphi\left(\frac{\mu f}{FN}\right)$  маломумного  
редуцирующего устройства

7) Рассчитать количество отверстий по формуле

$$K_{n_{расч}} = \frac{f_n}{0,785d_n^2}, \quad (7)$$

где  $d_n$  - диаметры отверстий, выбираемые равными диаметру сверла, с учетом толщины стенки диафрагмы.

Если расчетное значение числа отверстий  $K_{n_{расч}}$  меньше двух, то следует принять его равным двум. Если  $K_{n_{расч}}$  число не целое, то следует округлить его до ближайшего целого числа.

4.5 Устройство изготавливается в соответствии с результатами расчета и испытывается на виброакустическом стенде для определения зависимости уровней вибрации от частоты  $\ddot{\zeta} = \varphi(f)$ .

Результаты испытаний приводят в технической документации на устройство.

4.6. Пример гидравлического расчета приведен в приложении А.

**Приложение А**  
(рекомендуемое)

**Пример расчета**  
**редуцирующего устройства клапана сильфонного**  
**черт. С26375-010**

**А.1 Задача расчета**

Задачами расчета являются:

- расчет количества ступеней редуцирующего устройства;
- расчет количества отверстий каждой ступени редуцирования.

А.2 Исходные данные для расчета приведены в таблице А 1.

**Т а б л и ц а А 1-Исходные данные для расчета редуцирующего устройства**

Наименование величины и условное обозначение	Значения
Проход условный DN (размер номинальный)	
Рабочая среда	вода
Массовый расход G, кг/с	0,278
Абсолютное давление на входе $P_{вх}$ , МПа	20,1
Абсолютное давление на выходе $P_{вых}$ , МПа	0,25
Перепад давления на редуцирующем устройстве $\Delta P$ , МПа	19,85
Плотность среды $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup>
Температура среды t, °С, не более	100

**А.3 Результаты расчета**

Результаты расчета приведены в таблице А 2.

Т а б л и ц а А 2 -Результаты расчета

Расчетные величины и формулы	Результаты расчета						
$\beta$	0,5						
$n_{расч} = \frac{\lg \frac{P_{вых}}{P_{вх}}}{\lg(1 - \beta)}$	6,33						
$n_{прин}$	7,0						
Номер ступени	1	2	3	4	5	6	7
$P_{n-1}$ , МПа	20,100	10,050	5,025	2,513	1,256	0,628	0,314
$\Delta P$ , МПа	10,050	5,025	2,513	1,256	0,628	0,314	0,064
$P_n$ , МПа	10,050	5,025	2,513	1,256	0,628	0,314	0,250
$K_{V_n} = 36 \frac{G}{\sqrt{\Delta P_n \cdot \rho}}$ , м <sup>3</sup> /ч	0,080	0,113	0,160	0,226	0,320	0,453	0,641
$FN = \frac{\pi}{4} DN^2$ , мм <sup>2</sup>	78,500						
$\left(\frac{\mu f}{FN}\right)_n = \frac{20K_{V_n}}{FN}$	0,020	0,029	0,041	0,058	0,082	0,115	0,163
$\mu$	0,6					0,61	0,62
$f_n = \frac{\left(\frac{\mu f}{FN}\right)_n \cdot FN}{\mu_n}$ , мм <sup>2</sup>	2,591	3,768	5,338	7,615	10,745	14,837	20,638
$d_{nприн}$ , мм	1,3	1,3	1,8	2,2	2,2	3,0	2,6
$K_{nрасч} = \frac{f_n}{0,785d_n^2}$	1,953	2,840	2,099	2,004	2,828	2,100	3,889
$K_{nприн}$	2	3	2	2	3	2	4

На рисунке А.1 приведены результаты измерений уровней вибрации малошумного редуцирующего устройства черт.С26375-010 с постоянным гидравлическим сопротивлением, замеренные экспериментально на виброакустическом стенде.

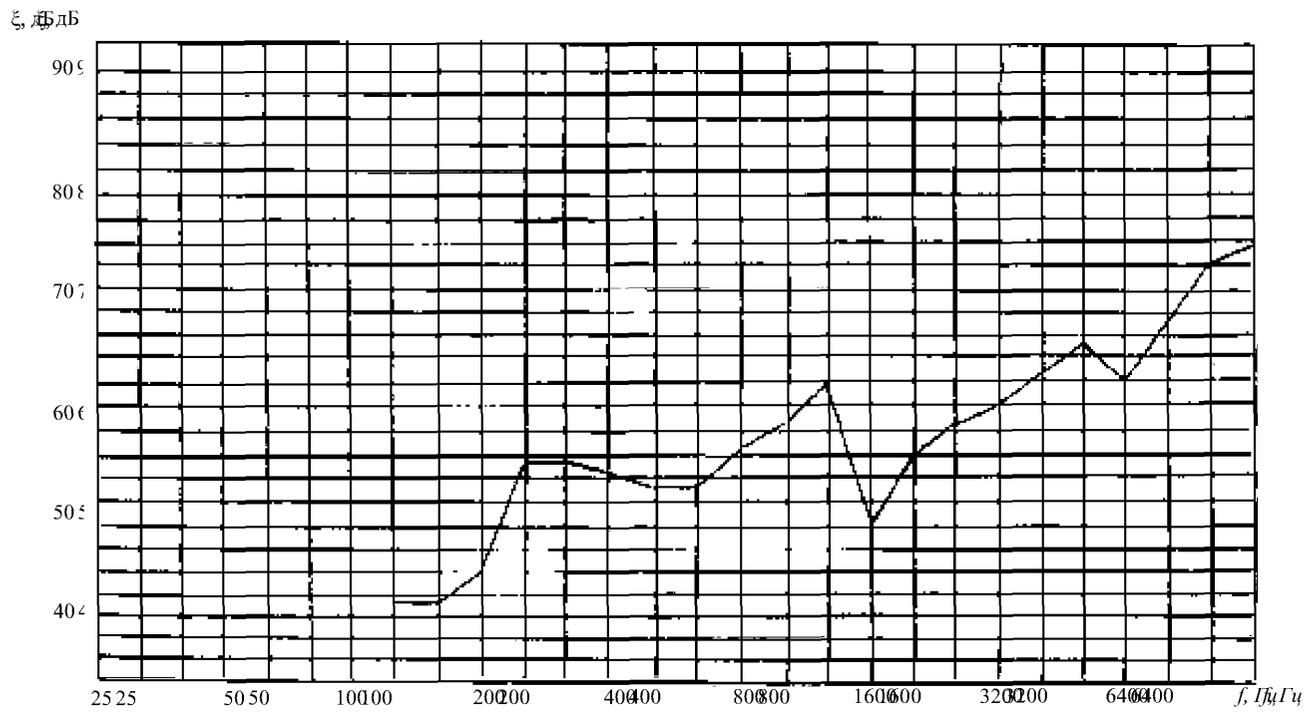


Рисунок А.1 Уровни вибрации маломощного передаточного устройства с жестким гидравлическим сопротивлением

## Лист регистрации изменений

Изм	Номера листов (страниц)				Всего листов в докум.	№ документа	Входящ. № сопров. док-та и дата	Подпись	Дата
	измененных	замененных	НОВЫХ	изъятых					

Генеральный директор  
ЗАО “НПФ “ЦКБА”

В.А.Айриев

Заместитель  
генерального директора

Ю.И.Тарасьев

Начальник отдела стандартизации 121

С.Н.Дунаевский

Исполнители:

Начальник отдела 152

В.Т.Доможиров

Ведущий инженер-исследователь 1 кат.

Л.А.Савельева

**СОГЛАСОВАНО**

Председатель ТК 259

М.И.Власов