

# ТРУБОПРОВОДНЫЕ СИСТЕМЫ

КОНСТРУКТИВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ПРИНЦИПЫ  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ

---

# КАТЕГОРИИ И ГРУППЫ ТРУБОПРОВОДОВ

Категория трубопроводов	Группа	Рабочие параметры среды	
		температура, град. С	давление, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )
I	1	Св 560	Не ограничено
	2	Св. 520 до 560	То же
	3	Св. 450 до 520	" "
	4	До 450	Более 8,0 (80)
II	1	Св. 350 до 450	До 8,0 (80)
	2	До 350	Более 4,0 (40) до 8,0 (80)
III	1	Св. 250 до 350	До 4,0 (40)
	2	До 250	Более 1,6 (16) до 4,0 (40)
IV		Св. 115 до 250	Более 0,07 (0,7) до 1,6 (16)

# Материалы для изготовления станционных трубопроводов

■ 1

**УГЛЕРОДИСТЫЕ  
СТАЛИ**

**ОБЫКНОВЕННОГО  
КАЧЕСТВА ГОСТ 380-71**

**ВСт3сп5, ВСт3сп4,  
ВСт3пс5, ВСт3пс4....**

**КОНСТРУКЦИОННЫЕ  
ГОСТ 1050-74**

**Ст10, Ст20**

**НИЗКОЛЕГИРОВАН  
НЫЕ  
УНИВЕРСАЛЬНЫЕ  
ГОСТ 19281-89**

**15ГС, 16ГС, 09Г2с**

# Материалы для изготовления станционных трубопроводов

■ 2

**ЛЕГИРОВАННЫЕ  
СТАЛИ**

**ТУ 14-3 Р-55-2001  
НИЗКОЛЕГИРОВАННЫЕ  
СТАЛИ**

**12Х1МФ, 15ХМ, 15Х1М1Ф**

**ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫЕ,  
КОРРОЗИОННОСТОЙКИЕ И  
ЖАРОСТОЙКИЕ  
ГОСТ 5632-72**

**08Х18Н10Т, 12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т,**

# Основные типы труб

## ТРУБЫ СТАЛЬНЫЕ

БЕСШОВНЫЕ

ГОРЯЧЕКАТАНЫЕ

ХОЛОДНОДЕФОРМИРОВАННЫЕ

СВАРНЫЕ

ПРЯМОШОВНЫЕ

СПИРАЛЬНОШОВНЫЕ

# Применяемость труб в энергетике

$T \leq 300 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Сварные трубы по ГОСТ  
10704-91  
ВСт3Сп5 ГОСТ 380-71

Бесшовные трубы по ГОСТ  
8732-78  
Ст20 ГОСТ 1050-88

При  $T_{н.в.} < -30 \text{ }^{\circ}\text{C}$   
материал труб –  
сталь 09Г2С или  
16ГС по ГОСТ  
19281-89

# Применяемость труб в энергетике

425 °C => T > 300 °C

Бесшовные трубы по ТУ 14-3-190-2004  
Ст20 ГОСТ 1050-88

# Применяемость труб в энергетике

$P=9,8 \text{ МПа}$ ,  $t=545^\circ\text{C}$   
 $P=13,8 \text{ МПа}$ ,  $t=545^\circ\text{C}$

**Бесшовные трубы по  
ТУ 14-3 Р-55-2001 из стали  
12Х1МФ**

$P=25,0 \text{ МПа}$ ,  $t=545^\circ\text{C}$

**Бесшовные трубы по  
ТУ 14-3 Р-55-2001 из стали  
15Х1М1Ф**



# Технические характеристики труб

- **D<sub>н</sub>** - *наружный диаметр, мм.*
- **S** – *толщина стенки, мм.*
- **D<sub>у</sub>** - *условный диаметр, мм.* Приближенное, округленное значение внутреннего диаметра трубы (применяется с целью стандартизации типоразмеров труб). Действительные значения внутреннего диаметра трубы будут различными при разных значениях толщины стенки трубы
- **P<sub>раб</sub>** – *рабочее давление.* Максимальное давление, при котором допускается работа трубопровода и его деталей при рабочей температуре среды.
- **P<sub>у</sub> (PN)** – *условное (номинальное) давление.* Определяет ряд допустимых сочетаний рабочих давлений и температур для определенных марок сталей, при которых должна обеспечиваться надежная работа труб и элементов трубопроводов.

# Технические характеристики труб

**$P_y$**  – это наибольшее избыточное давление при температуре среды 20°C, при котором допустима длительная работа трубопровода с сохранением всех его прочностных характеристик. Определяется по ГОСТ 356-80.

фрагмент таблицы из ГОСТ 356-80.

*Избыточные давления для деталей трубопровода из стали марки 12Х1МФ, МПа (кгс/см<sup>2</sup>)*

Условное давление	Рабочее давление $P_r$ при наибольшей температуре среды, К		
	473(200)	593(320)	723(450)
0,25(2,5)	0,25(2,5)	0,23(2,3)	0,19(1,9)
0,40(4,0)	0,40(4,0)	0,35(3,5)	0,30(3,0)
0,63(6,3)	0,60(6,0)	0,54(5,4)	0,48(4,8)
1,00(10,0)	1,00(10,0)	0,90(9,0)	0,75(7,5)

# Стандартные значения Ду и Дн труб (энергетический сортамент)

- Ду 25; 32; 50; 65; 80; 100; 125; 150;
- Дн 32; 38; 57; 76; 89; 108; 133; 159;
  
- Ду 200; 250; 300; 350; 400; 500; ....
- Дн 219; 273; 325; 377; 426; 530; ....

# Сортамент бесшовных труб на PN < 2,2 Мпа, t ≤ 425 °С по ОСТ 34 10.747-97

Dy	Dн x S	D вн	Масса 1 м трубы
25	32x2	28	1,48
32	38x2	34	1,78
50	57x3	51	4,00
65	76x3	70	5,40
80	89x3,5	82	7,38
100	108x4	100	10,26
125	133x4	125	12,73
150	159x5	149	18,99
200	219x7	205	36,60
250	273x8	257	52,28
300	325x8	309	62,54

# Расчет диаметров трубопроводов и выбор сортамента труб

- Внутренний диаметр труб трубопровода определяет его пропускную способность, а также допустимое падение давления в нем при заданной его конфигурации и длине. При уменьшении внутреннего диаметра труб снижаются стоимость трубопровода, затраты на его монтаж и содержание, но при этом увеличивается его гидравлическое сопротивление, что приводит к дополнительным издержкам из-за роста расхода электроэнергии на приводы насосов.
- Внутренний диаметр труб выбирается исходя из максимально возможных эксплуатационных расходов среды и допустимых при этом потерь давления. Для ответственных и протяженных трубопроводов, таких как главные паропроводы блока, трубопроводы питательной воды, отборного пара в обязательном порядке выполняются гидравлические расчеты с целью определения потерь давления в трубопроводе и выбора его оптимального диаметра.

# Расчет диаметров трубопроводов и выбор сортамента труб

- Внутренний диаметр трубопровода рассчитывается по формуле:

$$D_{в} = \sqrt{0,354 \frac{Q \cdot v}{w}}$$

Где:  $D_{в}$  — внутренний диаметр трубы, м;  $Q$  — расход среды, т/ч;  $v$  — удельный объем среды, м<sup>3</sup>/кг;  $w$  — скорость движения среды, м/с.

## **Выбор диаметра труб производится следующим образом:**

- принимается рекомендуемая скорость для данной среды из справочных материалов (*см. таблицу на следующем слайде*)
- определяется предварительный внутренний диаметр трубы для данного расхода и принятой скорости среды;
- по действующему сортаменту, исходя из рассчитанного  $D_{в}$  (по ближайшему большему), выбирается типоразмер труб ( $D_n \times S$ );
- для ответственных трубопроводов выполняется гидравлический расчет с целью определения потерь давления среды;
- если результат расчета не удовлетворяет заданным условиям, диаметр трубы уточняется и производится повторный гидравлический расчет.

# Расчет диаметров трубопроводов и выбор сортамента труб

## ■ Рекомендуемые скорости движения некоторых сред в стационарных трубопроводах

- Паропроводы свежего пара от котлов к турбинам..... **40 - 70 м/с**
- Паропроводы низкого давления..... **40 - 60 м/с**
- Паропроводы насыщенного пара..... **20 - 40 м/с**
- Питательные трубопроводы котлов..... **2.5 – 4 м/с**
- Конденсатопроводы..... **1-2 м/с**
- Трубопроводы химически очищенной, технической, охлаждающей воды..... **2 – 4 м/с**
- Всасывающие трубопроводы насосов..... **0,5 – 1,5 м/с**

*Примечание: меньшие значения скоростей принимаются для трубопроводов малых диаметров.*

# Трубопроводная арматура



**ЗАПОРНАЯ  
АРМАТУРА**

**перекрытие потока рабочей среды с определенной герметичностью**



**РЕГУЛИРУЮЩАЯ  
АРМАТУРА**

**регулирование параметров рабочей среды посредством изменения расхода**



**ОБРАТНАЯ  
АРМАТУРА**

**автоматическое предотвращение обратного потока рабочей среды**



# Трубопроводная арматура

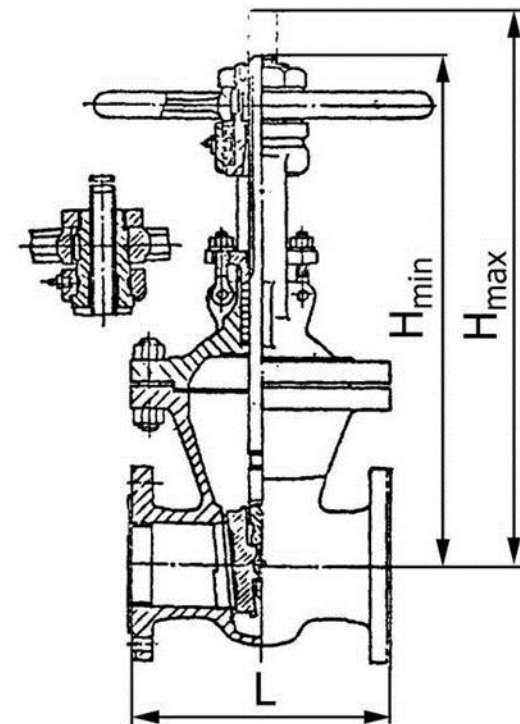
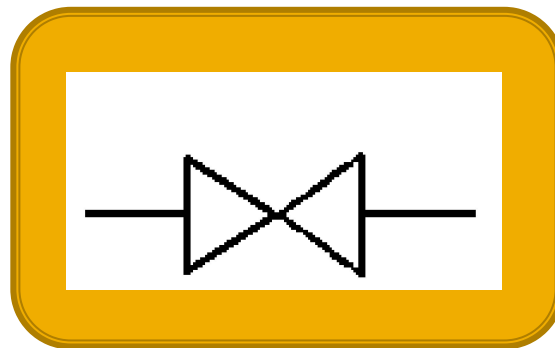
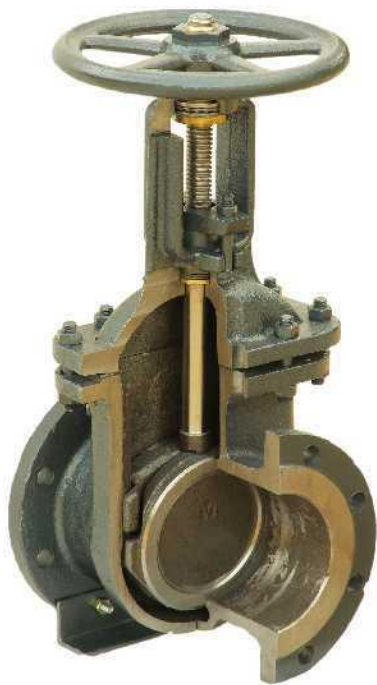


ПРЕДОХРАНИТЕЛЬ-  
НАЯ АРМАТУРА

Автоматическая защита оборудования и трубопроводов от недопустимого превышения давления посредством сброса избытка рабочей среды.

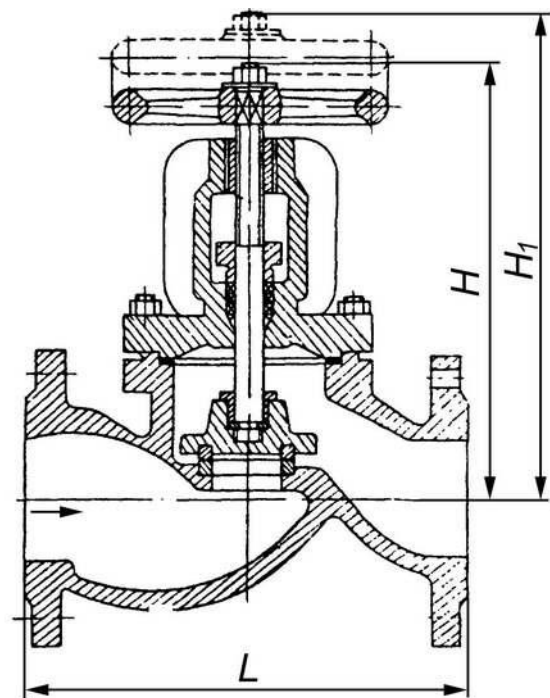
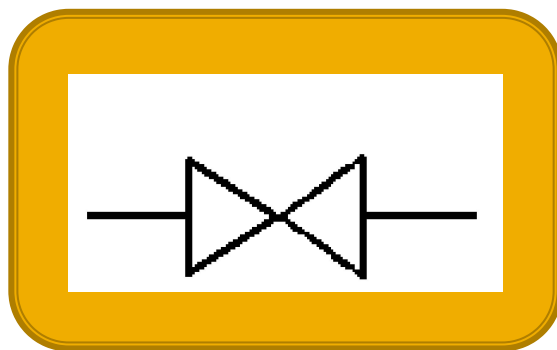
# Трубопроводная арматура

**ЗАДВИЖКА** тип арматуры, у которой запирающий элемент перемещается перпендикулярно оси потока рабочей среды.



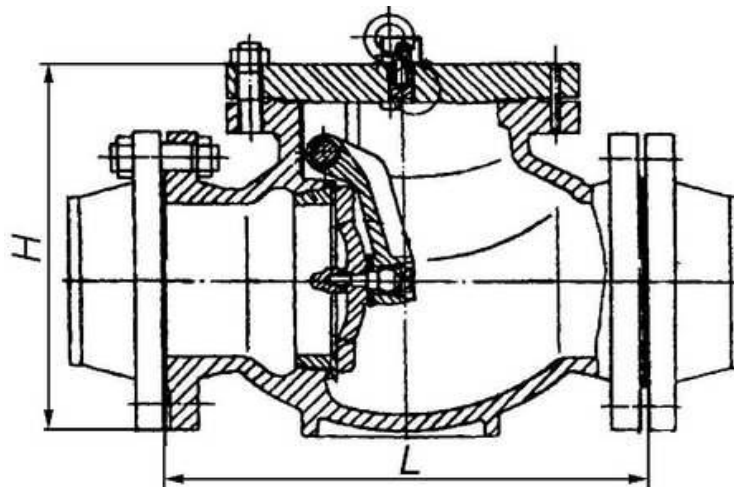
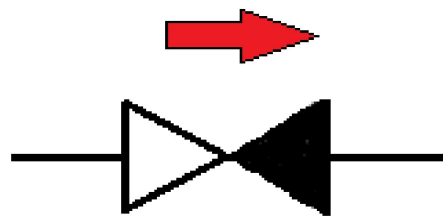
# Трубопроводная арматура

**ВЕНТИЛЬ** тип арматуры, у которой запирающий элемент перемещается параллельно оси потока рабочей среды.



# Трубопроводная арматура

**ОБРАТНЫЙ КЛАПАН** тип арматуры, у которой запирающий элемент в прямом направлении перемещается под действием потока рабочей среды.



# Трубопроводная арматура

## Основные параметры и технические характеристики арматуры:

- **номинальное (условное) давление PN (P<sub>y</sub>), кгс/см<sup>2</sup>** - наибольшее избыточное рабочее давление при температуре рабочей среды 20 °С, при котором обеспечивается заданный срок службы (ресурс) корпусных деталей арматуры при выбранных материалах и характеристиках прочности.
- **номинальный диаметр DN или (условный проход) Ду, мм** - параметр, определяющий унифицированные присоединительные размеры арматуры.
- **рабочее давление P<sub>p</sub>, кгс/см<sup>2</sup>** : Наибольшее избыточное давление, при котором возможна длительная работа арматуры при выбранных материалах и заданной температуре.

# Трубопроводная арматура

- Стандартный ряд условных давлений  $P_u$  арматуры и деталей трубопровода, МПа (Кгс/см<sup>2</sup>): **0,10 (1,0); 0,16 (1,6); 0,25 (2,5); 0,40 (4,0); 0,63 (6,3); 1,00 (10); 1,60 (16); 2,50 (25); 4,00 (40); 6,30 (63); 10,00 (100); 12,50 (125); 16,00 (160); 20,00 (200);**
- $D_u$ , в соответствии с российскими стандартами, имеет следующие наиболее употребительные значения, мм: **10; 20; 25; 32; 50; 65; 80; 100; 125; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 500; 600; 800; 1000; 1200;**

# Трубопроводная арматура.

## Принципы выбора.

Арматура выбирается из каталогов по следующим основным параметрам:

- **требуемый тип арматуры (задвижка, вентиль, обратный клапан и т.п.)**
- **вид и параметры пропускаемой среды (холодная вода, горячая вода с  $t > 115$  С, пар, химически активные и агрессивные жидкости, суспензии и т.п.)**
- **тип присоединения (фланцевое, муфтовое, сварное).**

Как правило, на трубопроводах малых диаметров, до 80 мм в качестве запорной арматуры устанавливаются вентили, свыше 80 мм - задвижки.

При подборе арматуры по типу пропускаемой среды, не следует для простых сред, таких как холодная вода, рассматривать применение специализированной арматуры, предназначенной для работы на горячей воде, паре, агрессивных средах и т.п., из-за более высокой стоимости.

# Трубопроводная арматура. Принципы выбора.

При выборе типа присоединения, следует учитывать, что на трубопроводах низкого давления (до 2,2 Мпа), как правило, применяется фланцевая арматура.




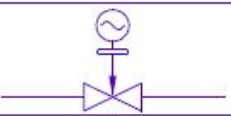
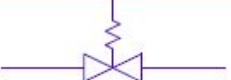
При выборе арматуры по условному давлению  $P_u$ , на которое она рассчитана, следует понимать, что оно должно быть всегда выше расчетного давления среды в трубопроводе. При этом, можно отметить, что при температуре среды до 100 °С допустимое рабочее давление равно условному.

На трубопроводах горячей воды с  $t > 115$  °С и пара применение арматуры из чугуна **не допускается**



# Трубопроводная арматура. Обозначение и маркировка

## Обозначение на технологических схемах

	Задвижка
	Клапан обратный
	Задвижка с электроприводом
	Клапан регулирующий с дистанционным управлением
	Клапан предохранительный

**30ч906бр** - задвижка с корпусом из чугуна, с электроприводом и седлом из бронзы.

**30ч6бр** – то же, с ручным приводом.

## Маркировка арматуры

**XXmYZZn**

**XX** – тип устройства:

15 – вентиль;

19 – обратный клапан;

30,31 – задвижка.

**Y** – тип привода:

9 – электрический, 5 – конический,

0 – ручной.

**ZZ** – номер конструктивного исполнения (01-99)

**m** – материал корпуса,

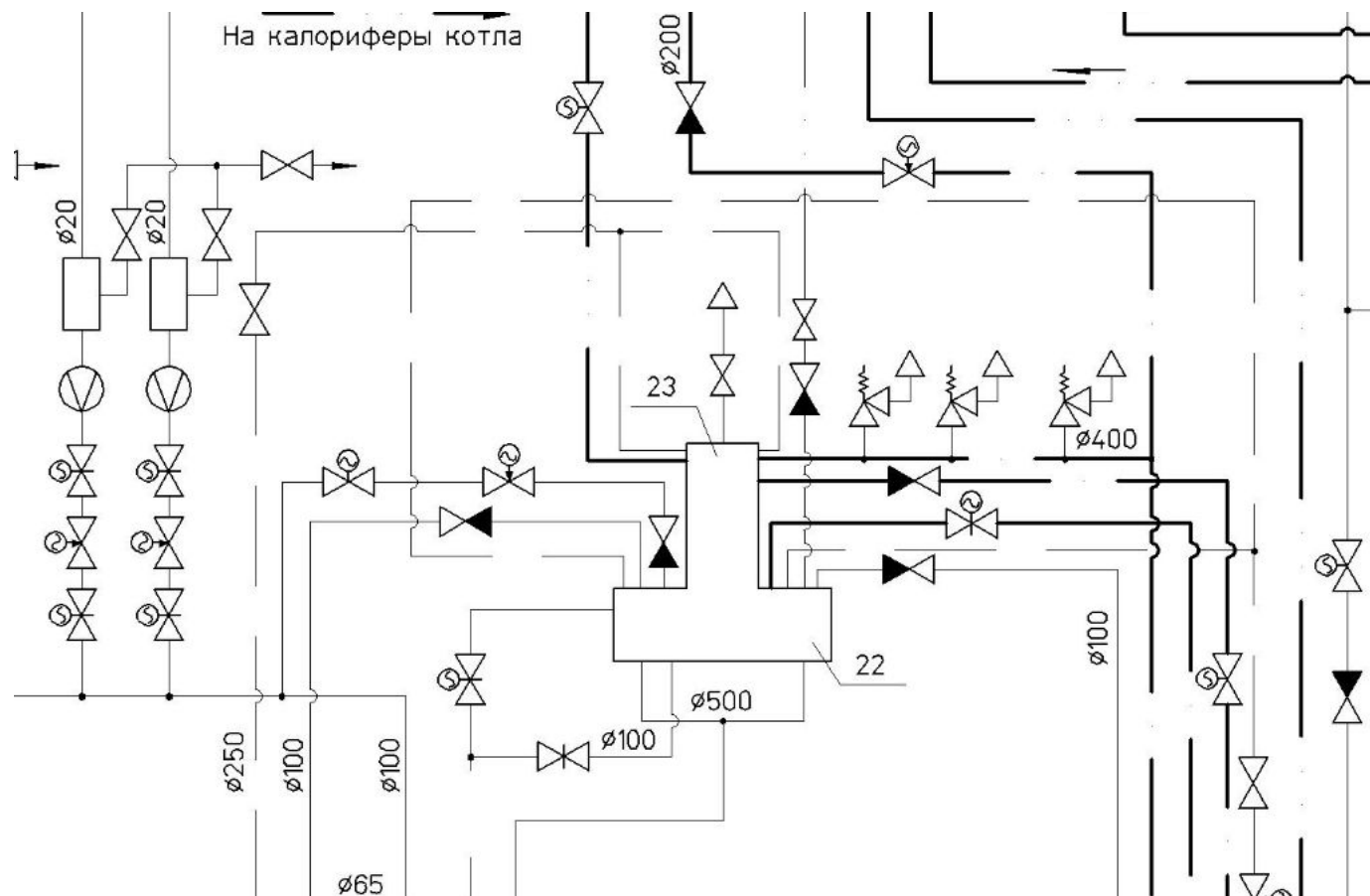
**n** – материал уплотнения запорного органа;

ч – чугун; с – сталь; нж –

нержавеющая сталь; бр – бронза;

п-пластик; р – резина.

# Проектирование трубопроводов



# Проектирование трубопроводов

