

Техническая информация

- Фиксирующие и скользящие опоры
- Термическое расширение разных видов труб

Расширение и усадка труб происходит вследствие изменения температуры рабочей среды. Труба закрепляется с помощью жесткой опоры в нейтральной точке, после чего она может расширяться или усаживаться в обоих направлениях от опоры. Между жесткими опорами устанавливаются скользящие опоры, что позволяет трубе расширяться или усаживаться.

Для выбора типа жесткой опоры необходимо знать следующее:

- из какого материала сделана труба;
- диаметр трубы и толщина стенки;
- дополнительные условия, особенно t монтажа и t рабочая;
- давление в трубе.

Расширение трубы может быть компенсировано двумя способами:

- естественным образом с помощью природного компенсатора;
- естественным образом с помощью сильфонного компенсатора.

При использовании сильфонного компенсатора необходимо также принимать во внимание давление в трубе. Поэтому предпочтение отдается компенсированию расширения естественным образом. Жесткая опора в таком случае необходима для направления расширения в сторону природного компенсатора или сильфонного компенсатора.

Крепления, располагающиеся между жесткой опорой и природным компенсатором, необходимы лишь для закрепления трубопровода. Важно, чтобы в них также возникла сила трения, которой будет противодействовать жесткая опора.

При использовании природного компенсатора большое значение имеет расстояние от компенсатора до ближайшего крепления трубы. Чем меньше это расстояние, тем большая сила необходима для сгибания компенсатора и передачи расширения в остальную часть трубы. Данной силе противодействует жесткая опора.

Сила F_f , возникающая на жесткой опоре при использовании природного компенсатора.

1. Сила трения, вызываемая скользящими опорами, F_w .
2. Сила трения, возникающая при сгибании природного компенсатора, F_b .

$$F_f = F_w + F_b$$

Для определения силы сгибания F_b необходимо знать длину компенсатора. Его длина зависит от изменения длины трубы. Изменение длины трубы ΔL зависит от длины L между жесткой опорой и компенсатором, коэффициента расширения α материала трубы и разницы температур ΔT .

$$\Delta L = L \times \alpha \times \Delta T$$

Длина компенсатора L_b зависит от расширения ΔL , внешнего диаметра трубы D_b и свойств материала трубы K .

K зависит от модуля эластичности материала трубы E и максимально допустимого напряжения материала σ .

$$K = \sqrt{(1.5 \times E) / \sigma} \quad L_b = K \sqrt{(D_b \times \Delta L)}$$

Сила сгибания компенсатора F_b зависит от момента инерции материала трубы I , длины компенсатора L_b и внешнего диаметра трубы D_b

$$F_b = \frac{\sigma \times \pi (D_b^4 - D_i^4)}{32 \times D_b \times L_b}$$

Сила трения F_w зависит от коэффициента трения μ скользящей опоры и силы тяжести F_p , действующей на скользящие опоры. Сила тяжести равняется весу трубы с ее содержимым F_p .

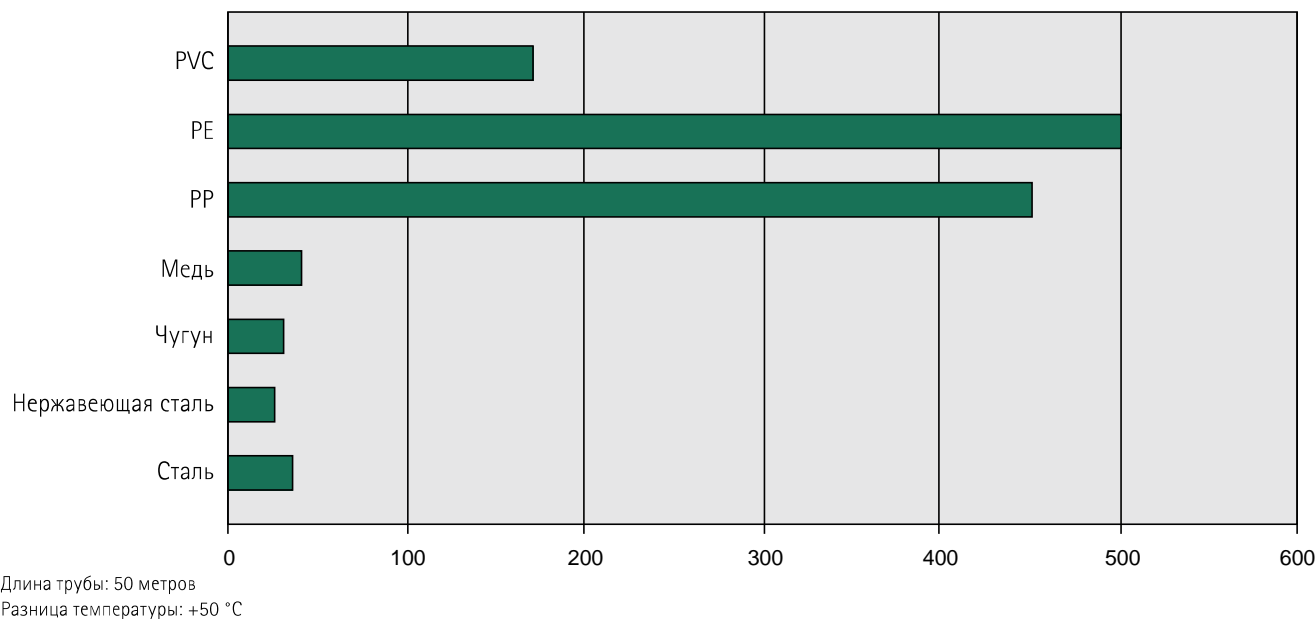
$$F_w = F_p \times \mu$$

Legend

F_f	Сила, действующая на жесткую опору	Н
F_w	Сила трения	Н
F_p	Вес трубы	Н
F_b	Сила сгибания компенсатора	Н
D_b	Внешний диаметр трубы	мм
D_i	Внутренний диаметр трубы	мм
I	Момент инерции материала трубы	мм ⁴
E	Модуль эластичности материала трубы	Н/мм ²

K	Константа материала	
L_b	Длина компенсатора	мм
ΔL	Изменение длины трубы	мм
ΔT	Разница между макс. и мин. температурой	°C
α	Коэффициент линейного расширения материала трубы	мм/м°C
μ	Коэффициент трения скользящей опоры	
σ	Макс. допустимое напряжение трубы	Н/мм ²
π	Математическая константа 3,142	

Термическое расширение труб



Способ вычисления:

$$\Delta L = L \times \alpha \times \Delta T$$

ΔL = изменение длины, мм

L = длина трубы, м

α = коэффициент линейного расширения

ΔT = разница температур, T-max - T-min.

Пример 1:

Материал трубы: сталь

Длина трубы: 20 м

T-max = +60 °C

T-min = +20 °C

Температура при установке: +20 °C

$\Delta T = +60 \text{ °C} - +20 \text{ °C} = 40 \text{ °C}$ (разница между максимальной и минимальной температурой)

$\Delta L = 20 \times 0,012 \times 40 = 9,6 \text{ мм}$ (расширение [мм] = $20 \times 40 \times \alpha = 9,6 \text{ мм}$)

Материал	Расширение (мм/м °C)*
PVC	0,0700
PE	0,2000
PP	0,1800
Медь	0,0170
Чугун	0,0115
Нержавеющая сталь	0,0100
Сталь	0,0120
* приблизительное значение	

Внимание: в случае если температура при установке отличается от T-min (например, в охлаждающих установках), произойдёт некоторая усадка трубы.

Пример 2:

Материал трубы: нержавеющая сталь

Длина трубы: 50 м

T-min = -30 °C

T-max = +30 °C

Температура при установке: +20 °C

ΔT тепло = +30 °C - +20 °C = 10 °C

ΔT холод = +20 °C - -30 °C = 50 °C

ΔT всего = ΔT тепло + ΔT холод = 10 °C + 50 °C = 60 °C

ΔL тепло = $50 \times 0,01 \times 10 = 5 \text{ мм}$ расширение

ΔL холод = $50 \times 0,01 \times 50 = 25 \text{ мм}$ усадка