



## Определение толщины стенки трубы



***Задача:***

Определить толщину стенки трубы для участка газопровода  
Оренбург – Уфа.

***Исходные данные:***

$D_n = 1020$  мм;  $p = 7,4$  МПа,  $t_{\text{э}} = 19$  °С; тип прокладки – подземная.



**Решение:**

1. Согласно таблице 1 участок газопровода относится к категории IV

**Категории магистральных трубопроводов**

Назначение трубопровода	Категория трубопровода при прокладке	
	подземной	наземной и надземной
Для транспортирования природного газа:		
диаметром менее 1200 мм	IV	III
диаметром 1200 мм и более	III	III
в северной строительно-климатической зоне	III	III
Для транспортирования нефти и нефтепродуктов:		
диаметром менее 700 мм	IV	III
диаметром 700 мм и более	III	III
в северной строительно-климатической зоне	III	III

По таблице 2 для категории IV  $m=0,90$ .

**Требования, предъявляемые к участкам различных категорий магистральных трубопроводов**

Категория трубопровода и его участка	Коэффициент условий работы трубопровода при расчете его на прочность, устойчивость и деформативность, $m$	Количество монтажных сварных соединений, подлежащих контролю физическими методами, % общего количества	Величина давления при испытании и продолжительность испытания трубопровода
V	0,60	Принимается по СНиП III-42-80*	
I	0,75		
II	0,75		
III	0,90		
IV	0,90		



- По сортаменту на трубы для газопровода выбираем трубы, выпускаемые Выксунским металлургическим заводом из стали марки 10Г2ФБЮ с  $\sigma_B = R^H_1 = 589$  Мпа и  $\sigma_m = R^H_2 = 461$  Мпа,  $k_1 = 1,34$ ,  $k_H = 1$  ( $\sigma$  – сжимающие напряжения,  $k$  – коэффициент надежности по материалу).

2. Расчетное сопротивление металла труб по формуле:

$$R_1 = \frac{589 \cdot 0,9}{1,34 \cdot 1} = \frac{530,1}{1,34} = 395,6 \text{ МПа,}$$

- 3. Толщина стенки газопровода согласно формуле:

$$\delta = \frac{n_p p \cdot D_H}{2(R_1 + n_p p)} = \frac{1,1 \cdot 7,4 \cdot 1,02}{2(395,6 + 1,1 \cdot 7,4)} = 0,01028 \text{ м}$$

Где  $n_p$  - коэффициент надежности по нагрузке;

$p$  – величина рабочего давления;

$D_H$  - диаметр трубопровода наружный;

$R_1$  - расчетное сопротивление трубной стали растяжению.



- 4. Полученное расчетное значение толщины стенки округляем до ближайшего, большего по сортаменту, равного  $\delta_H = 0,0103$  м,  $D_{BH} = 1020 - 2 \cdot 10,3 = 999,4$  мм. По СНиП 2.01.07-85\* находим для района прокладки трубопровода  $t_I = -15^\circ\text{C}$ ;  $t_{III} = +20^\circ\text{C}$ ;  $\Delta_I = 20^\circ\text{C}$ ;  $\Delta_{VII} = 6^\circ\text{C}$ .

Нормативные значения температуры наружного воздуха в холодное и теплое время года:  $t_H^x = -15 + (20) = -35^\circ\text{C}$ ,  $t_H^m = +20 + 6 = 26^\circ\text{C}$ , а расчетные значения  $t^x = -35 + (-6) = -41^\circ\text{C}$ ;  $t^m = +26 + 3 = +29^\circ\text{C}$ .

- Температурный перепад при замыкании трубопровода в холодное время года  $t^x = +19 - (-41) = +60^\circ\text{C}$ , а при замыкании в теплое время года  $\Delta t^m = +19 - (+29) = -10^\circ\text{C}$ .

В качестве расчетное температурного перепада принимаем наибольшее значение  $\Delta t = +60^\circ\text{C}$ .

5. Продольные напряжения согласно формуле:

$$\sigma_{\text{прN}} = \sigma_{\text{прt}} + \sigma_{\text{прp}} = -\alpha_t E \Delta t + 0,3 \frac{n_{\text{pp}} D_{\text{вн}}}{2\delta_{\text{н}}}$$



- 6. Знак «минус» указывает на наличие осевых сжимающих напряжений, поэтому необходимо определить согласно нижеприведенной формуле коэффициент  $\psi_1$  для учета двухосного напряженного состояния металла труб:

$$\begin{aligned}\psi_1 &= \sqrt{1 - 0,75\left(\frac{|\sigma_{\text{пр}N}|}{R_1}\right)^2} - 0,5 \frac{|\sigma_{\text{пр}N}|}{R_1} = \sqrt{1 - 0,75\left(\frac{|-32,7|}{395,6}\right)^2} - 0,5 \frac{|-32,7|}{395,6} \\ &= 0,956\end{aligned}$$

- 7. Согласно формуле пересчитываем значение толщины стенки газопровода:

$$\delta = \frac{n_{pp} \cdot D_H}{2(\psi_1 R_1 + n_{pp})} = \frac{1,1 \cdot 7,4 \cdot 1,02}{2(0,956 \cdot 395,6 + 1,1 \cdot 7,4)} = 0,0107 \text{ м}$$

8. Больше ближайшее значение толщины стенки по сортаменту равно 10,8 мм. Если мы примем эту толщину стенки трубы, то значение продольных осевых напряжений:

$$\sigma_{прN} = -1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 2,06 \cdot 10^5 \cdot 60 + 0,3 \frac{1,1 \cdot 7,4 \cdot 0,9984}{2 \cdot 0,0108} = -38,2 \text{ МПа}$$

Тогда,

$$\psi_1 = \sqrt{1 - 0,75 \left( \frac{|-38,2|}{395,6} \right)^2} - 0,5 \frac{|-38,2|}{395,6} = 0,947,$$

$$\delta = \frac{1,1 \cdot 7,4 \cdot 1,02}{2(0,947 \cdot 395,6 + 1,1 \cdot 7,4)} = 0,0108 \text{ м} = 10,8 \text{ мм}$$

Принятая толщина стенки удовлетворяет условию:

$$\frac{D_H}{140} = \frac{1,02}{140} + 0,0073 < 0,0108,$$

$$0,004 < 0,0108$$

Очевидно, что  $\delta_H = 10,8$  мм можно принять за окончательный результат