

Необходимость компенсаторов для тепловых трубопроводов из стеклопластика. Сравнительные данные коэффициентов линейного термического расширения металлических и неметаллических труб

Компенсация температурных деформаций трубопроводов имеет исключительно важное значение при транспортировке горячей воды. Если в трубопроводе отсутствует компенсация температурных деформаций, то при сильном нагреве в стенке трубопровода возникают большие напряжения, опасные для его прочности.

Величина этих напряжений может быть вычислена по закону Гука:

$$\sigma = E i, \quad (1),$$

где E - модуль упругости первого рода

i - относительное сжатие

При повышении температуры трубы длиной L на величину Δt удлинение ΔL составит:

$$\Delta L = \alpha L \Delta t \quad (2),$$

где α - коэффициент линейного удлинения.

Если участок трубы заземлен и при нагреве не удлиняется, то его относительное сжатие равно:

$$i = \Delta L / L = \alpha \Delta t \quad (3)$$

Из совместного решения уравнений (1) и (3) находится напряжение сжатия, возникающее при нагреве прямолинейного заземленного (без компенсаторов) участка трубопровода:

$$\sigma = \alpha E \Delta t, \quad (4).$$

Как видно из формулы (4), напряжение сжатия, возникающее в заземленном прямолинейном участке трубопровода, не зависит от диаметра, толщины стенки и длины трубопровода, а зависит только от материала (модуля упругости и коэффициента линейного удлинения) и перепада температур.

Сравнительные данные по коэффициенту линейного температурного расширения (α), модуль упругости (E) и предел прочности различных материалов приведены в Таблице.

Таблица

	Металл (сталь углеродистая)	Полиэтилен	Стеклопластик	Алюминий
Коэффициент линейного температурного расширения при 20°C, α , 1/град.	$2 \cdot 10^{-5}$	$1,2 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-6}$	$2,3 \cdot 10^{-5}$
Модуль упругости первого рода, E, кг/см ²	$2 \cdot 10^6$	$6 \cdot 10^2$	$5,6 \cdot 10^5$	$7 \cdot 10^4$
Предел прочности, σ , кг/см ²	3600	60	5000	850

Из Таблицы видно, что у стеклопластиков коэффициент линейного температурного расширения α значительно ниже, чем у металла, полиэтилена и алюминиевого сплава. Кроме того, если для конкретной марки металла, полиэтилена, алюминиевого сплава величина α постоянна, то для стеклопластика за счет схемы армирования (количества слоев) ее можно уменьшить для данной структуры или увеличить в достаточно широких пределах.

Модуль упругости стеклопластика, как видно из Таблицы, на порядок меньше, чем у металла.

Подставив в формулу (4) значения из Таблицы получим напряжение, возникающее в конструкциях из стеклопластика при перепаде температуры до 130°C:

$$\delta_b = 2 \cdot 10^{-6} \times 5,6 \cdot 10^5 \times 130 = 145,6 \text{ (кг/см}^2\text{)}.$$

Напряжение, возникающие в стеклопластиковом трубопроводе при перепаде температуры 130°C примерно в 30 раз меньше, чем предел прочности для стеклопластиковых трубопроводов (5000 кг/см²), т.е. для стеклопластиковых трубопроводов компенсации температурной деформации не требуется.

Напряжение, возникающие в конструкции металлического трубопровода равно:

$$\delta_b = 1,2 \cdot 10^{-5} \times 2 \cdot 10^6 \times 130 = 3120 \text{ (кг/см}^2\text{)}.$$

т.е. напряжение, возникающие в металлическом трубопроводе при перепаде температуры 130°C примерно равно пределу прочности (3600 кг/см²), а значит обязательно требуются компенсаторы температурной деформации.