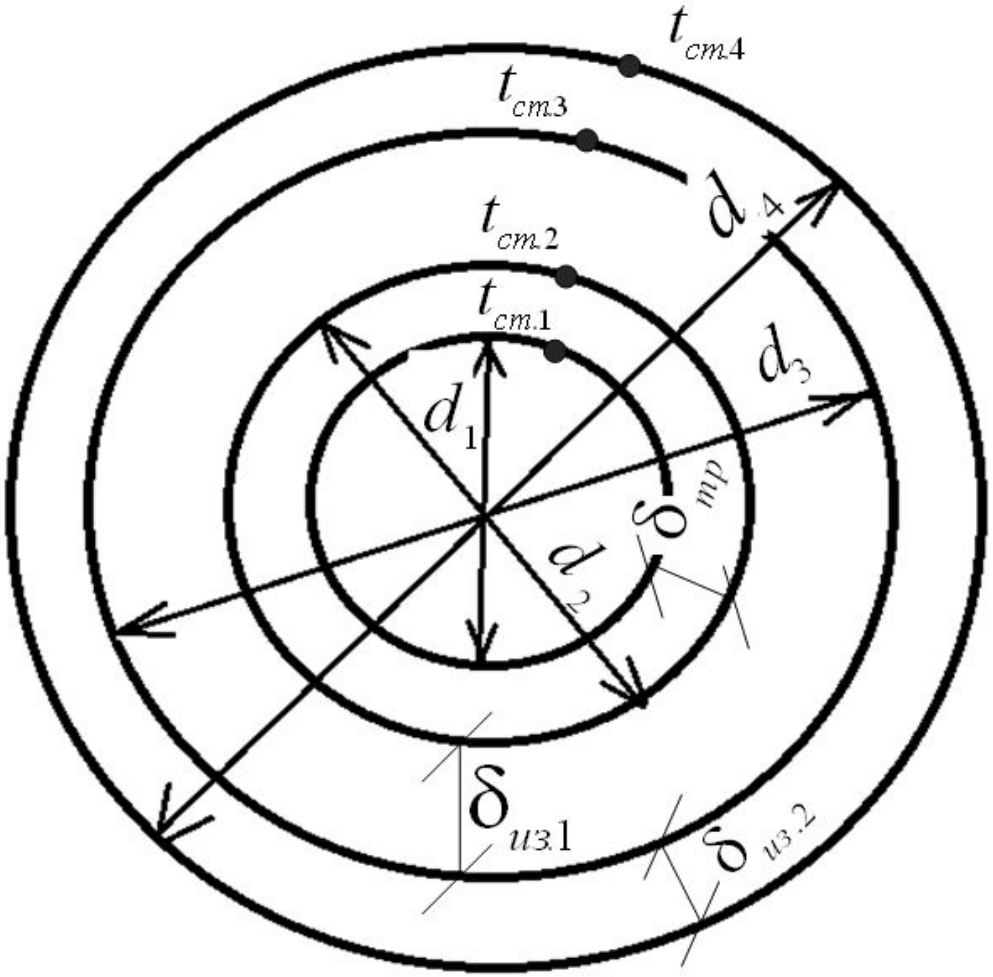
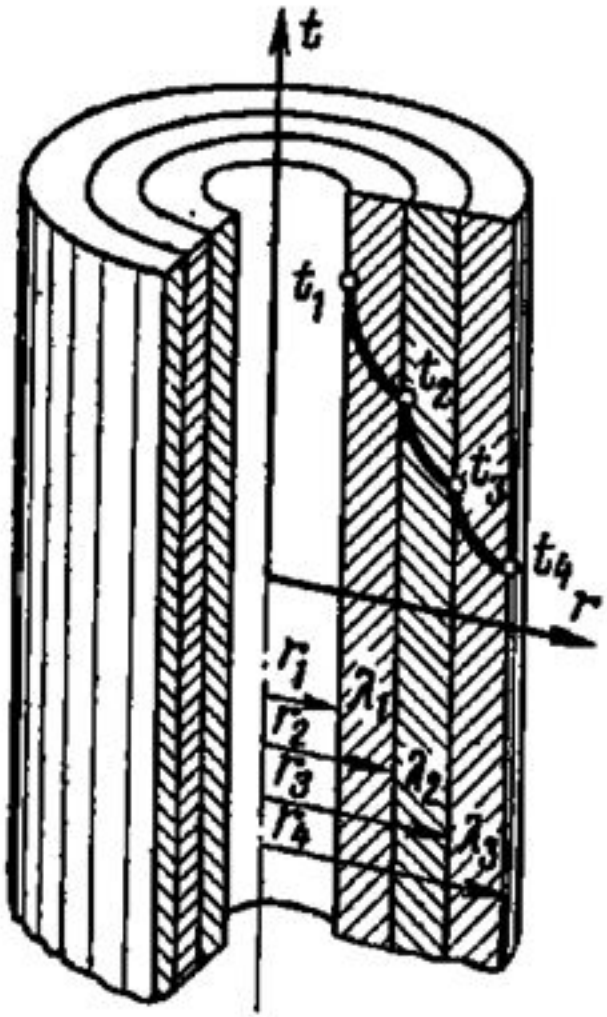
Расчет тепловых потерь

ТРУБОПРОВОДОВ И ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ





$$d_2 = d_1 + 2\delta_{тр}$$

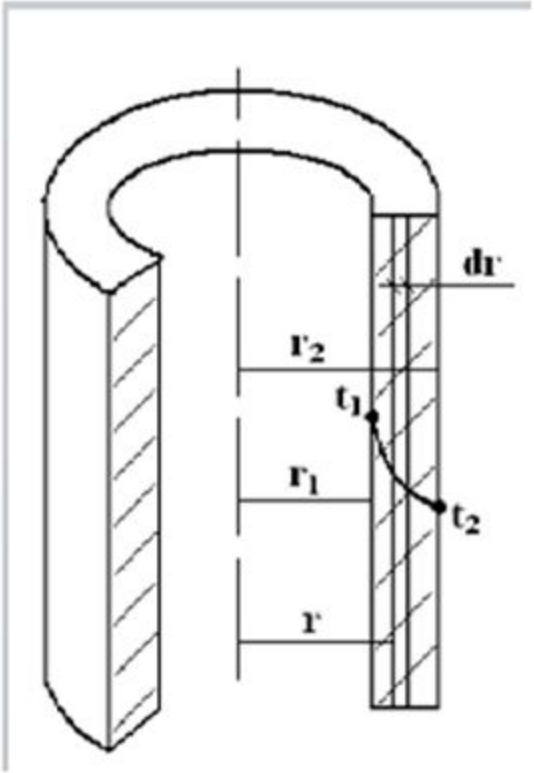
$$d_3 = d_2 + 2\delta_{из.1}$$

$$d_4 = d_3 + 2\delta_{из.2}$$

Для **цилиндрической стенки** плотность теплового потока соотносится не с площадью, а с длинной цилиндрической поверхности:

$$Q = \frac{q_l}{l}$$

$$Q = \frac{\Delta t}{R_t^{полн}}$$



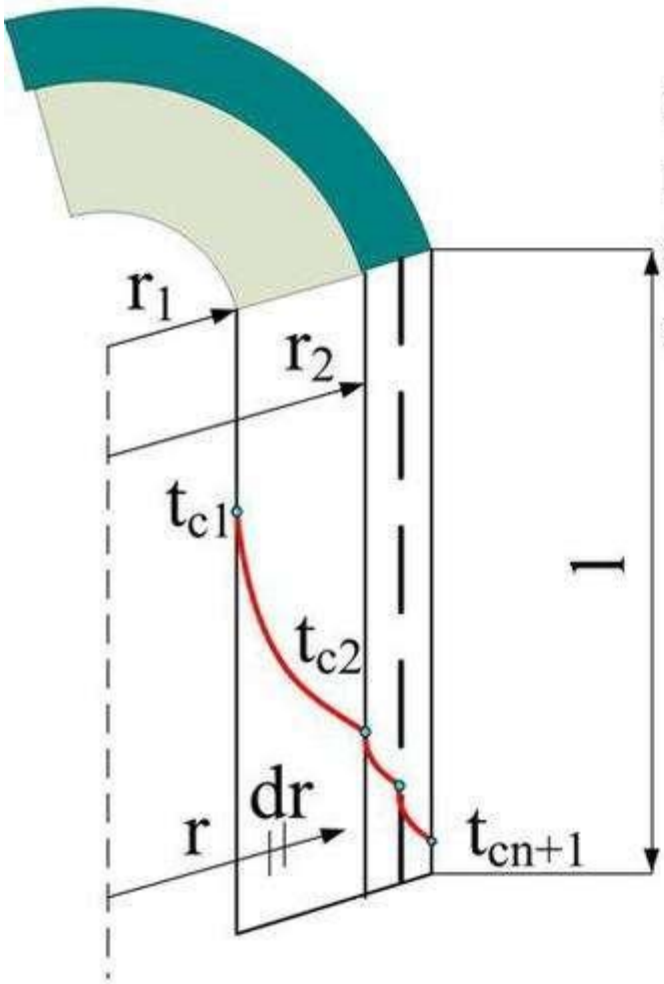
Для однослойной **цилиндрической стенки**:

$$R_t^{полн} = \frac{1}{2\pi\lambda l} ln \frac{d_2}{d_1} \qquad [°C/Вт]$$

Для многослойной **цилиндрической стенки**

$$R_t^{полн} = \sum \frac{1}{2\pi\lambda_i l} ln \frac{d_{i+1}}{d_i} \qquad [°C/Вт]$$

Теплопроводность при стационарном режиме. Многослойная цилиндрическая стенка



Определяем плотность теплового потока через многослойную цилиндрическую стенку радиусами r_1, $r_2, \ldots$ r_n, на поверхностях которой поддерживаются постоянные температуры.

$$Q = \frac{(t_{c1} - t_{cn+1})}{\frac{1}{2\pi l}\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{\lambda_i}\ln\frac{r_{i+1}}{r_i}}, Вт.$$

Линейная плотность теплового потока:

$$q_l = \frac{\Delta t}{R_t}$$

Для однослойной **цилиндрической стенки**

$$R_t = \frac{1}{2\pi\lambda} ln \frac{d_2}{d_1} \qquad [\text{м} * °\text{C/Вт}]$$

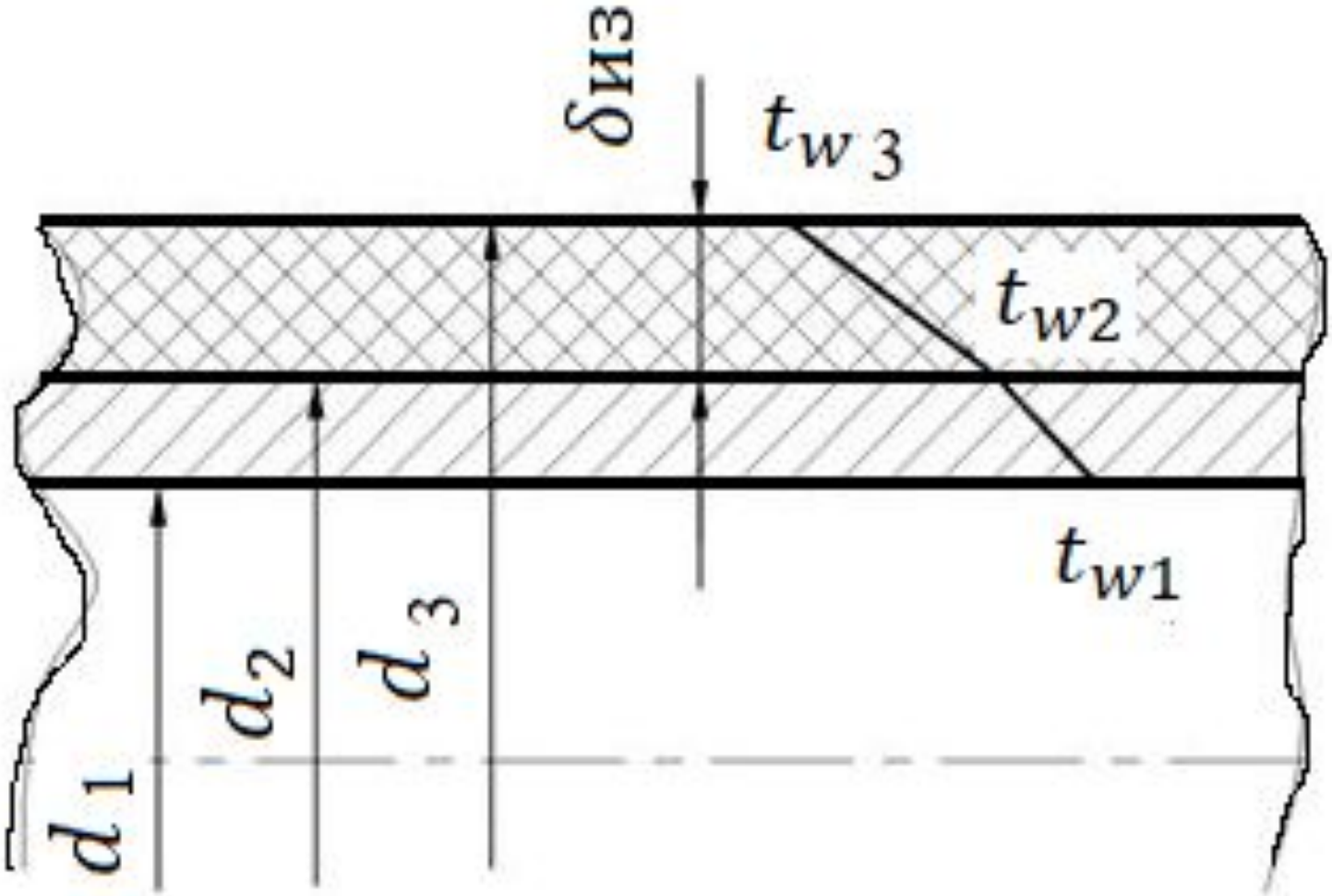
$$q_l = \frac{2\pi\Delta t}{\frac{1}{\lambda} ln \frac{d_2}{d_1}} = \frac{2\pi(t_1 - t_2)}{\frac{1}{\lambda} ln \frac{d_2}{d_1}}$$

Для многослойной **цилиндрической стенки**

$$R_t = \sum \frac{1}{2\pi\lambda} ln \frac{d_2}{d_1} \qquad [\text{м} * °\text{C/Вт}]$$

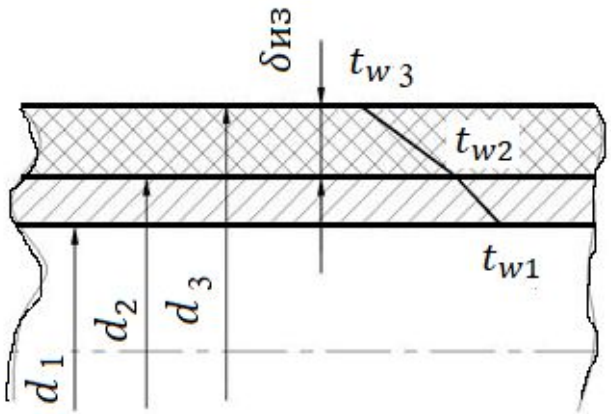
Линейная плотность теплового потока для многослойной стенки можно записать в виде:

$$q_l = \frac{2\pi\Delta t}{\sum \frac{1}{\lambda_i} ln \frac{d_{i+1}}{d_i}} = \frac{2\pi(t_1 - t_{i+1})}{\frac{1}{\lambda_1} ln \frac{d_2}{d_1} + \cdots + \frac{1}{\lambda_i} ln \frac{d_{i+1}}{d_i}}$$


d_1
d_2
d_3
t_{w1}
t_{w2}
t_{w3}
δиз

Задача 1-23

Паропровод диаметром *150/160 мм* покрыт слоем тепловой изоляции толщи-ной $d_{из}$=*100мм*. Коэффициенты теплопроводности стенок трубы λ_1=*50 Вт/м×град* и изоляции λ_2=*0,08 Вт/м×град*. Температура на внутренней поверхности паро-провода t_{W1} = *400°С* и на наружной поверхности изоляции t_{W3}=*50°С*. Найти тепловые потери с *1 м* паропровода и температуру на границе соприкосновения паропровода



Решение

Внешний диаметр паропровода равен:

$$d_3 = d_2 + 2\delta из = (160 + 2 * 100) = 360 \text{ мм}$$

Тепловые потери с 1м паропровода будут равны

$$q_l = \frac{2\pi(t_{w1} - t_{w3})}{\frac{1}{\lambda_1} ln\frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\lambda_2} ln\frac{d_3}{d_2}} = \frac{2 * 3{,}14(400 - 50)}{\frac{1}{50} ln\frac{160}{150} + \frac{1}{0{,}08} ln\frac{360}{160}} = 217 \ [\text{Вт/м}]$$

Температура будет равна

$$t_{w2} = t_{w1} - \frac{q_l}{2\pi} * \frac{1}{\lambda_1} ln\frac{d_2}{d_1} = 400 - \frac{217}{2\pi} * \frac{1}{50} ln\frac{160}{150}$$

Пример 1-24 Паропровод диаметром 160/170 мм покрыт двуслойной изоляцией. Толщина первого слоя $\delta_2 = 30$ мм и второго $\delta_3 = 50$ мм. Коэффициенты теплопроводности трубы и изоляции соответственно равны: $\lambda_1 = 50$, $\lambda_2 = 0{,}15$ и $\lambda_3 = 0{,}08$ Вт/(м·°С). Температура внутренней поверхности паропровода $t_1 = 300$°С и внешней поверхности изоляции $t_4 = 50$°С. Определить линейную плотиость теплового потока и температуры на поверхностях раздела отдельных слоев.

Согласно условию задачи имеем: $d_1 = 0{,}16$ м; $d_2 = 0{,}17$ м, $d_3 = 0{,}23$ м и $d_4 = 0{,}33$ м,

$$\ln\frac{d_2}{d_1} = 0{,}06, \qquad \ln\frac{d_3}{d_2} = 0{,}302 \text{ и } \ln\frac{d_4}{d_3} = 0{,}362.$$

Применяя уравнение (1-16), получаем:

$$q_l = \frac{2\cdot 3{,}14\,(300-50)}{\dfrac{0{,}06}{50}+\dfrac{0{,}302}{0{,}15}+\dfrac{0{,}362}{0{,}08}} = \frac{1570}{6{,}54} = 240 \text{ Вт/м}.$$

Далее согласно уравнению (1-18) имеем:

$$t_2 = 300 - \frac{240}{2\cdot 3{,}14}\cdot 0{,}0012 = 300 - 0{,}046 \approx 300°\text{С},$$

$$t_3 = 300 - \frac{240}{2\cdot 3{,}14}\cdot 2{,}01 = 300 - 77 = 223°\text{С},$$

или

$$t_3 = 50 + \frac{240}{2\cdot 3{,}14}\cdot 4{,}53 = 50 + 173 = 223°\text{С}.$$

Задача 1-25

Паропровод наружным диаметром 159 *мм* (толщина стенки 4 *мм*) покрыт двумя слоями тепловой изоляции толщиной $d_{из1}$=*40мм* и $d_{из2}$=*55 мм* . Коэффициенты теплопроводности стенок трубы λ_1=*55 Вт/м×град* и слоев изоляции λ_2=*0,12 Вт/м×град и* λ_2=*0,07 Вт/м×град* . Температура на внутренней поверхности паропровода t_{W1} = *400°С* и на наружной поверхности изоляции t_{W3}=*55°С*. Найти тепловые потери с *1 м* паропровода и температуру на границе соприкосновения паропровода