

# Тепломассообмен 4

Критический диаметр тепловой изоляции

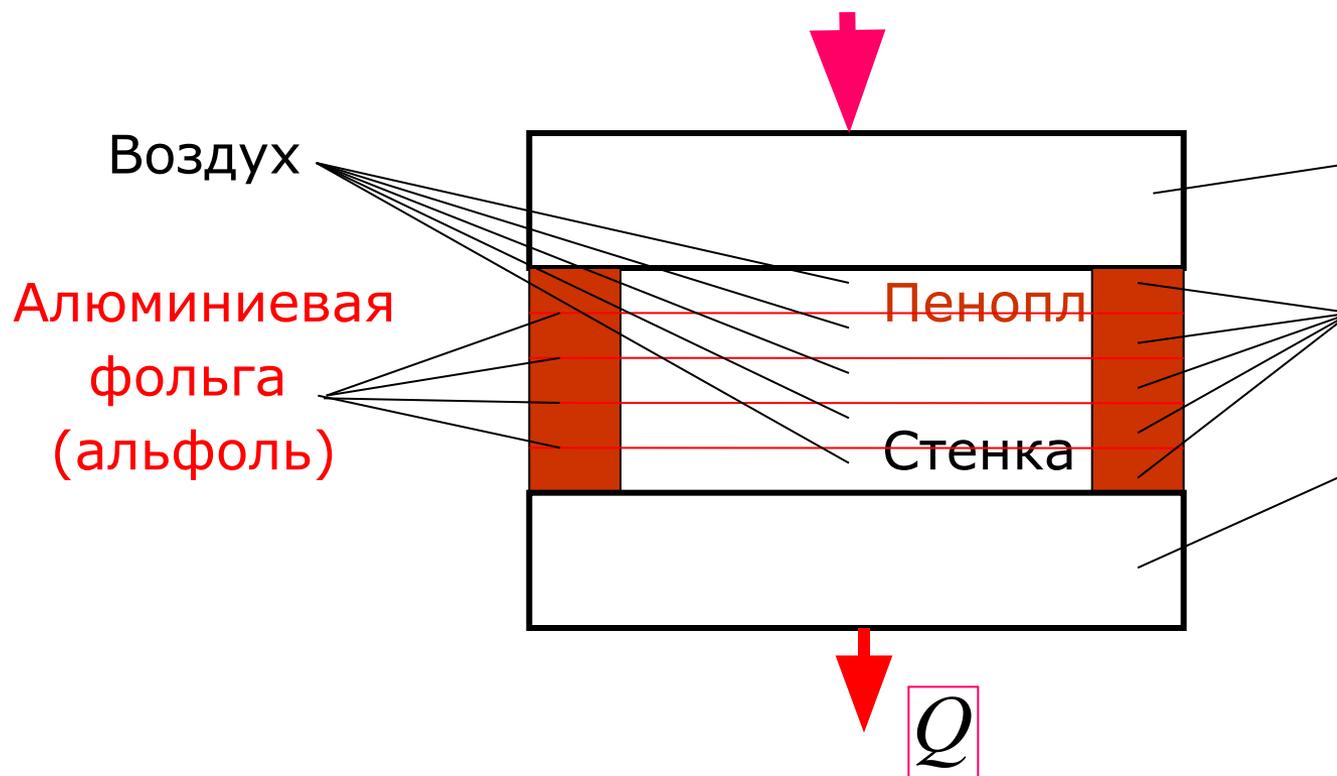
# Тепловая изоляция

Теплоизоляционными называются материалы, теплопроводность которых не превышает величины  $0,25 \text{ Вт/(мК)}$ .

- Естественная изоляция (природная): асбест, слюда, пробка.
- Предварительно обработанная: асбослюда, шлаковата, стекловата, пенопласт, пеношлакобетон.

Теплоизоляционные свойства последним из перечисленных материалов придает наличие в них мелких воздушных пузырьков или прослоек воздуха. В них из-за малости размеров, конвекция отсутствует и теплота передается только теплопроводностью, порядок которой для воздуха при атмосферных условиях порядка  $0,025 \text{ Вт/(мК)}$ , то есть на порядок ниже величины, приведенной выше для теплоизоляции.

# Альфолевая изоляция



# Термическое сопротивление теплопередачи через изолированный трубопровод

Линейное термическое сопротивление теплопередачи через двухслойную цилиндрическую стенку:

$$R_{\ell} = \frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2^{(1)}}{d_1} + \frac{1}{2\lambda_{uz}} \ln \frac{d_{uz}}{d_2} + \frac{1}{\alpha_2 d_{uz}}.$$

В выражении (1):

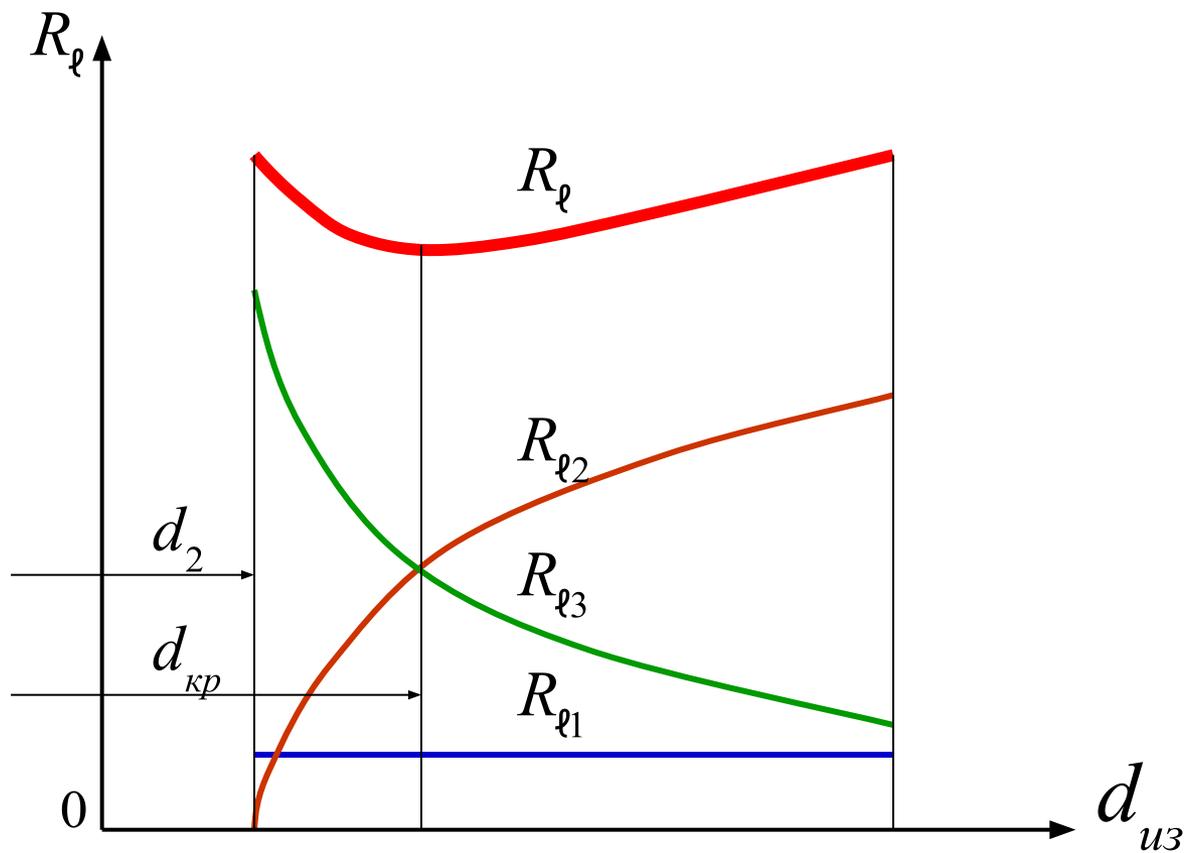
$$R_{\ell 1} = \frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2^{(2)}}{d_1} = Const;$$

при:  $d_{uz} = var$

$$R_{\ell 2} + R_{\ell 3} = \frac{1}{2\lambda_{uz}} \ln \frac{d_{uz}^{(3)}}{d_2} + \frac{1}{\alpha_2 d_{uz}} = var.$$

Из (3) видно, что с увеличением диаметра изоляции  $d_{uz}$  термическое сопротивление  $R_{\ell 2}$  растёт, а  $R_{\ell 3}$  падает.

# Зависимость линейного термического сопротивления от диаметра изоляции



# Исследование функции (3) на минимум

Из предыдущих двух слайдов следует, что **минимальному термическому сопротивлению при  $d_{кр}$  соответствуют максимальные теплотери.**

Для определения критического диаметра изоляции надо исследовать функцию (3) на минимум, а именно:

$$\frac{d}{d(d_{из})} \left[ \frac{1}{2\lambda_{из}} \ln\left(\frac{d_{из}}{d_2}\right) + \frac{1}{\alpha_2 d_{из}} \right] = 0$$

или в виде

$$\frac{d}{d(d_{из})} \left[ \frac{1}{2\lambda_{из}} (\ln d_{из} - \ln d_2) + \frac{1}{\alpha_2 d_{из}} \right] = 0.$$

Тогда при

$$\lambda_{из} = Const; d_2 = Const; \alpha_2 = Const,$$

и с учетом

$$(\ln x)' = \frac{1}{x}; \left(\frac{1}{x}\right)' = -\frac{1}{x^2}; (\ln d_2)' = 0,$$

# Выбор эффективной изоляции трубопроводов

$$\frac{1}{2\lambda_{из}} \frac{1}{d_{кр}} - \frac{1}{\alpha_2 d_{кр}^2} = 0.$$

После сокращения на  $d_{кр}$  :  $\frac{1}{2\lambda_{из}} - \frac{1}{\alpha_2 d_{кр}} = 0,$

или  $\alpha_2 d_{кр} - 2\lambda_{из} = 0,$  откуда критический диаметр изоляции:

$$d_{кр} = \frac{2\lambda_{из}}{\alpha_2}.$$

Из следующего слайда видно, что при  $d_{кр} < d_2$  изоляция эффективная

$$\Delta q_{\ell 2} < \Delta q_{\ell 1}$$

а при  $d_{кр} > d_2$  - малоэффективная.

# Критический диаметр изоляции

