

1.9. Деформационные термометры.

Деформационные термометры основаны на законе теплового расширения твердых тел.

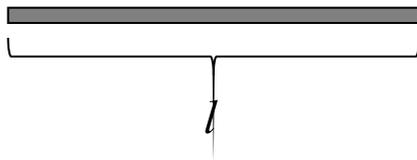


Рис. 1.9.1

Длина металлической пластинки l изменяется с температурой по закону:

$$l = l_0(1 + \beta \cdot t) \quad (1.9.1)$$

l_0 - длина пластинки при 0°C ,

β - температурный коэффициент линейного расширения металла ($\sim 10^{-5} \text{K}^{-1}$).

Поскольку коэффициент β очень мал, непосредственное измерение температуры таким образом невозможно.

1.9. Деформационные термометры.

Соединим по всей длине две пластинки с разными коэффициентами β (рис.1.9.2).

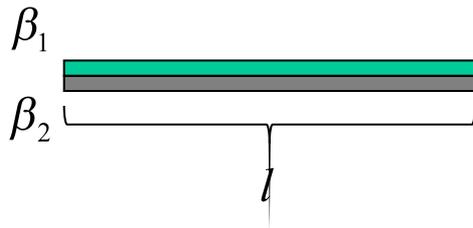


Рис. 1.9.2

Биметаллическая
пластинка

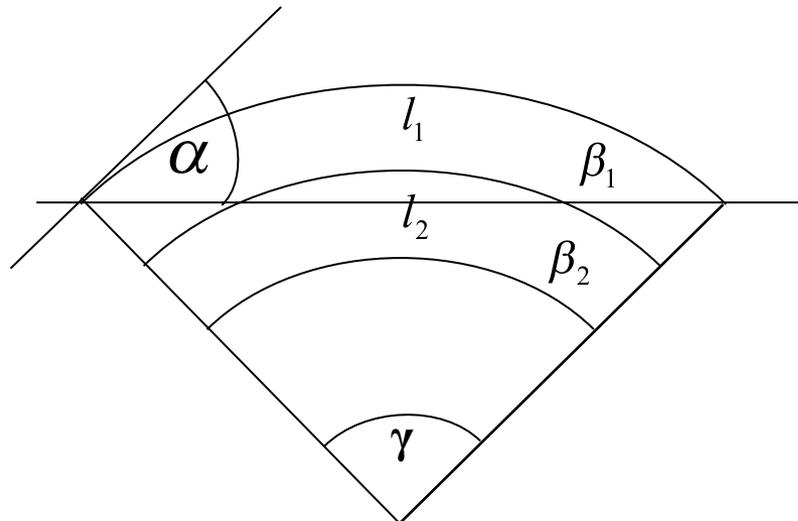


Рис. 1.9.3

Пусть $\beta_1 > \beta_2$. Тогда при нагревании $l_1 > l_2$. Пластина изогнется (рис.1.8.3). Угол α изгиба биметаллической пластины является мерой температуры.

1.9. Деформационные термометры.

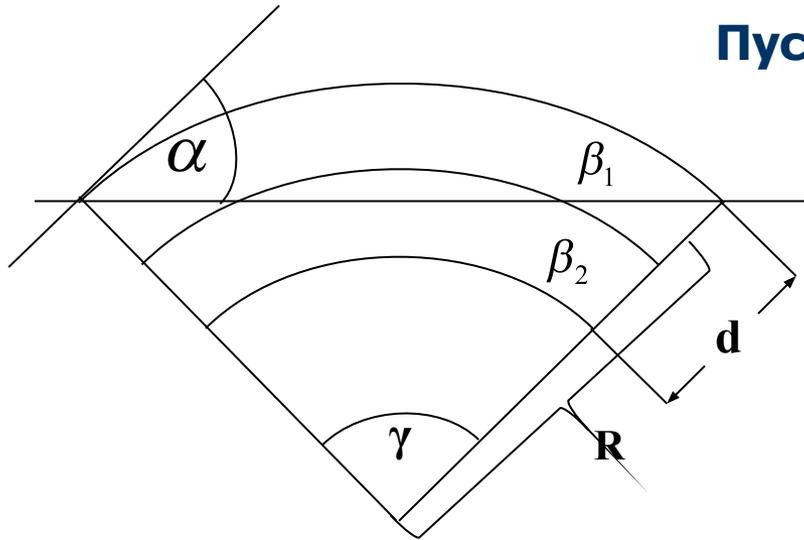


Рис. 1.9.4

Вычтем эти уравнения
почленно:

$$\begin{array}{r} l_1 = \gamma \cdot R \\ - \\ l_2 = \gamma \cdot \left(R - \frac{d}{2}\right) \\ \hline l_1 - l_2 = \gamma \cdot \frac{d}{2} \end{array} \qquad \begin{array}{r} l_1 = l_0(1 + \beta_1 \cdot t) \\ - \\ l_2 = l_0(1 + \beta_2 \cdot t) \\ \hline l_1 - l_2 = l_0(\beta_1 - \beta_2) \cdot t \end{array}$$

Пусть d – толщина всей пластины,
 R – радиус изгиба до середины 1-й
пластины

Выразим длины обеих пластин
двумя путями – геометрически и
физически:

1.9. Деформационные термометры.

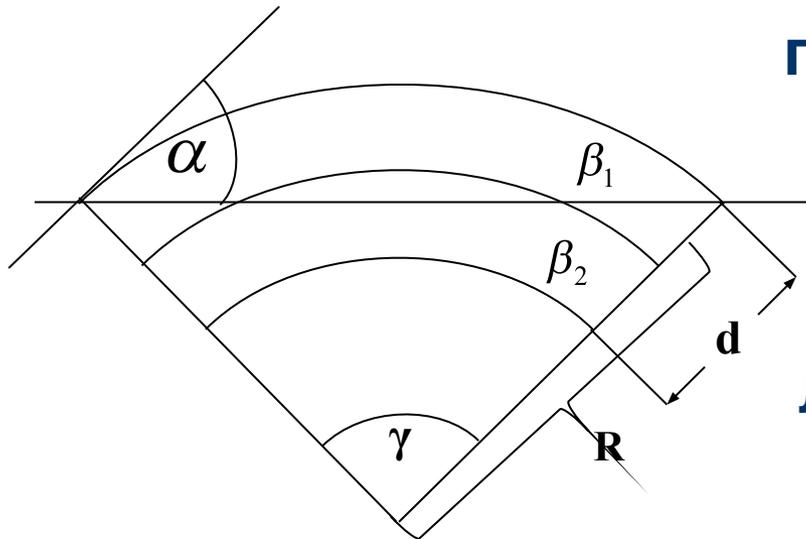


Рис. 1.9.4

Приравняв эти выражения, получим:

$$\gamma \frac{d}{2} = l_0 (\beta_1 - \beta_2) \cdot t$$

Легко доказать, что $\alpha = \frac{\gamma}{2}$. Тогда:

$$\alpha \cdot d = l_0 (\beta_1 - \beta_2) \cdot t$$

Откуда:

$$\alpha = \frac{l_0}{d} (\beta_1 - \beta_2) \cdot t$$

(1.9.2)

1.9. Деформационные термометры.

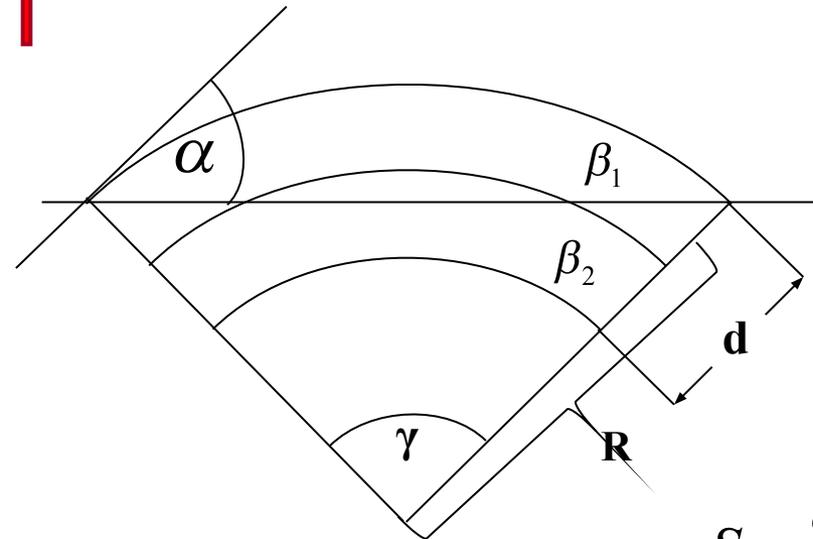


Рис. 1.9.4

Продифференцировав выражение 1.9.2, найдем чувствительность деформационного термометра:

$$S = \frac{d\alpha}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{l_0}{d} (\beta_1 - \beta_2) \cdot t \right) = \frac{l_0}{d} (\beta_1 - \beta_2)$$

$$S = \frac{l_0 (\beta_1 - \beta_2)}{d}$$

(1.9.3)

1.9. Деформационные термометры.

$$S = \frac{l_0(\beta_1 - \beta_2)}{d}$$

Для повышения чувствительности деформационного термометра нужно:

1. Брать материалы для пластин с максимальной разностью $\beta_1 - \beta_2$.
2. Длина пластины должна быть возможно большей.
3. Толщина пластины должна быть возможно меньшей.

1.9. Деформационные термометры.

Достоинства деформационных термометров:

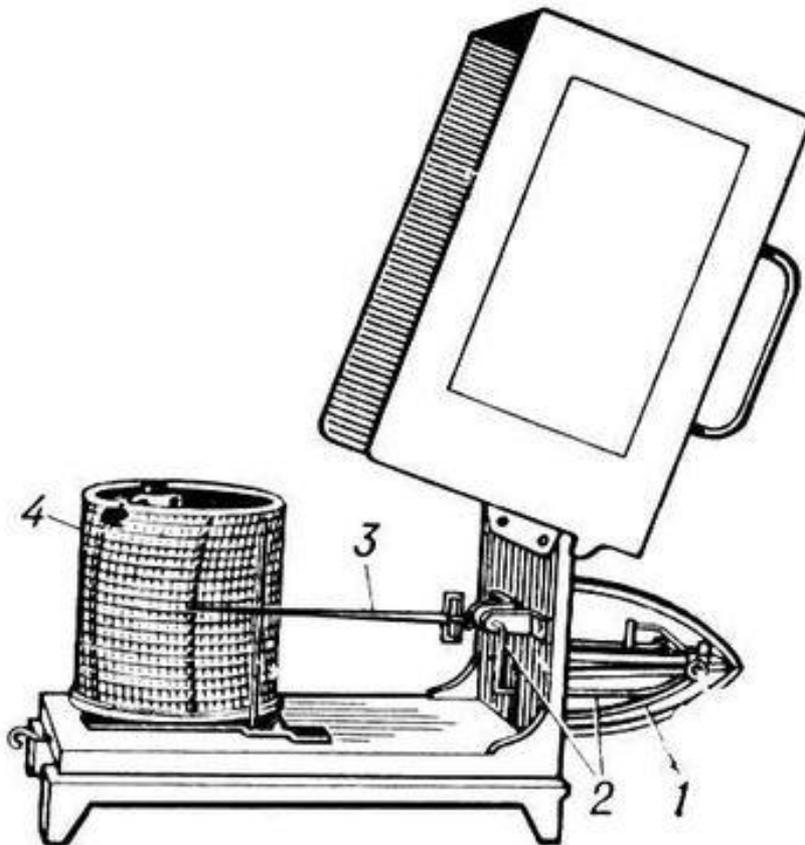
1. Простота изготовления и малая стоимость.
2. Малая тепловая инерция (несколько секунд).

Недостатки деформационных термометров:

1. Отсутствие электрического сигнала. Деформационный термометр не является дистанционным прибором.

В метеорологических измерениях биметаллическая пластина применяется в **термографах**.

1.9. Деформационные термометры.



1 – биметаллическая пластина,

2 – система рычагов,

3 – стрелка с чернильницей,

4 – вращающийся барабан с бумажной лентой.

Рис. 1.9.5. Термограф.