

Prevajanje toplote

Terminologija in tipične oznake s standarnimi enotami

- gostota toplotnega/energijskega toka j [W/m²]
- moč – toplotni/energijski tok P [W]
- toplotna prevodnost λ [W/mK], toplotna upornost R_T [K/W]
- temperaturno polje T [K]
- temperaturni gradient $\Delta T/\Delta l$ [K/m] oz. splošneje $\vec{\nabla}T$ [K/m]

Relevantni fizikalni izrazi in formule:

- *Zakon o prevajanju toplote*

$$1D : j = -\lambda \frac{dT}{dl} \quad \text{splošno : } \vec{j} = -\lambda \vec{\nabla}T$$

ki se pri linearnem prevajanju vzdolž x osi v homogenem mediju prevede v

$$j = -\lambda \frac{\Delta T}{\Delta x}, \quad \Delta T = T(x_2) - T(x_1), \quad \Delta x = x_2 - x_1.$$

- *Zakon toplotne prevodnosti v cilindrični geometriji* (r, ϕ), kjer v smeri radija teče tok P na dolžinsko enoto cilindra L , je

$$\Delta T = T(r_2) - T(r_1) = -\frac{P/L}{2\pi\lambda} \log\left(\frac{r_2}{r_1}\right)$$

- *Zakon toplotne prevodnosti v sferični geometriji* (r, ϕ, θ), kjer v radialni smeri izotropno teče tok P , je

$$\Delta T = T(r_2) - T(r_1) = \frac{P}{4\pi\lambda r^2} (1/r_2 - 1/r_1)$$

- *Toplotna prevodnost* R_T je prevajanje moči P skozi material med termostatom z temperaturno razliko ΔT je definirana

$$\Delta T = R_T P$$

- Imamo N toplotnih prevodnikov, kjer vsakemu v smeri prevajanja toploje določimo prevodnost R_{T_i} . Pri zaporedni vezavi prevodnikov je skupna toplotna upornost snovi R_T vsota toplotne uporabnosti prevodnikov

$$R_T = \sum_{i=1}^N R_{T_i},$$

pri vzporedni vezavi upornikov se skupna toplotna prevodnost R_T izrazi kot harmonično vsote toplotne uporabnosti prevodnikov

$$R_T^{-1} = \sum_{i=1}^N R_{T_i}^{-1}$$

- Mera za specifično toplotno izgubo t.i. k -faktor, ki je za N -plastni zid površine S definiran kot

$$k^{-1} = R_T S = \sum_{i=0}^N \frac{d_i}{\lambda_i},$$

kjer za vsako plast zidu poznamo debelino d_i in toplotno prevodnost λ_i .

- *Zakon o ohranitvi energije oz. kontinuitetna enačba za energijo*: Površinski integral gostote toplotnega toka \vec{j} po zaključeni ploskvi Ω je enak moči toplotnih izvor znotraj te ploskve

$$\oint_{\Omega} d\vec{S} \vec{j} = P.$$

pri prevajanju v neki smeri x skozi prevodnik preseka površine $S(x)$ tako, da je j konstanten na preseku se zgornja enačba prepíše v $j(x)S(x) = P$.

Opombe in kazalci na potrebno znanje:

- $\int dx/x = \log x + \text{konst.}$
- $\log(x)$ je naraven logaritem, $\log_{10}(x)$ je logaritem z osnovo 10