

Teorie

Elektroenergetika 3

Petr Jílek

2024

Obsah

1	Značení	2
2	Konstanty	4
3	Energie	5
3.1	Potenciální energie	5
3.2	Kinetická energie	5
3.3	Měrná tepelná kapacita	5
3.4	Výkon	5
4	Sdílení tepla	6
4.1	Fourierova-Kirchhoffova rovnice	6
4.2	Fourieruv zákon	6

1 Značení

- t - čas (s – sekunda)
- l - délka (m – metr)
- h - výška (m – metr)
- r - poloměr (m – metr)
- d - tloušťka / průměr (m – metr)
- S - plocha (m^2 – metr čtvereční)
- V - objem (m^3 – metr krychlový)
- m - hmotnost (kg – kilogram)
- ρ - hustota ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ – kilogram na metr krychlový)
- v - rychlost ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ – metr za sekundu)
- a - zrychlení ($\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ – metr za sekundu na druhou)
- \dot{V} - objemový průtok ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ – metr krychlový za sekundu)
- E_p - potenciální energie (J – joule)
- E_k - kinetická energie (J – joule)
- P - výkon (W – watt)
- T - teplota (K – kelvin / °C – stupeň celsia)
- ΔT - rozdíl teplot (K – kelvin)
- \dot{q} - měrný tepelný tok ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ – watt na metr čtvereční)
- \dot{Q} - tepelný tok (W – watt)
- q - měrná tepelná energie ($\text{J} \cdot \text{m}^{-2}$ – joule na metr čtvereční)
- Q - tepelná energie (J – joule)
- \dot{Q}_V - objemový zdroj tepla ($\text{W} \cdot \text{m}^{-3}$ – watt na metr krychlový)
- c - měrná tepelná kapacita ($\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ – joule na kilogram na kelvin)
- λ - tepelná vodivost ($\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ – watt na metr na kelvin)
- R_ϑ - (měrný) tepelný odpor ($\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ – metr čtvereční kelvin na watt)
- $R_{\vartheta A}$ - (absolutní) tepelný odpor ($\text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ – kelvin na watt)

- α_{ϑ} - součinitel přestupu tepla ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ – watt na metr čtvereční na kelvin)
- U_{ϑ} - součinitel prostupu tepla ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ – watt na metr čtvereční na kelvin)
- $U_{\vartheta A}$ - prostup tepla ($\text{W} \cdot \text{K}^{-1}$ – watt na kelvin)
- ρ_e - měrný elektrický odpor ($\Omega \cdot \text{m}^{-1}$ – ohm na metr)
- σ_e - měrná elektrická vodivost ($\text{S} \cdot \text{m}^{-1}$ – siemens na metr)
- J_e - elektrická proudová hustota ($\text{A} \cdot \text{m}^{-2}$ – ampér na metr čtvereční)
- E_e - intenzita elektrického pole ($\text{V} \cdot \text{m}^{-1}$ – volt na metr)
- U_e - elektrické napětí (V – volt)
- I_e - elektrický proud (A – ampér)
- R_e - elektrický odpor (Ω – ohm)
- G_e - elektrická vodivost (S – siemens)
- \hat{Z}_e - impedance (Ω – ohm)
- \hat{Y}_e - admitance (S – siemens)
- B_e - elektrická susceptance (S – siemens)
- L_e - elektrická indukčnost (H – henry)
- C_e - elektrická kapacita (F – farad)

2 Konstanty

- gravitační zrychlení: $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ – metr za sekundu na druhou
- Stefanova-Boltzmannova konstanta: $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$ – watt na metr čtvereční na kelvin na čtvrtou

Mateiál	$\rho \text{ (kg} \cdot \text{m}^{-3}\text{)}$	$c \text{ (J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}\text{)}$
Voda (H2O)	1 000	4 186
Ocel	7 750	450
Zlato	19 320	129

Tabulka 1: Hustota a měrná tepelná kapacita materiálů.

3 Energie

3.1 Potenciální energie

Potenciální energie je energie, kterou má těleso v důsledku své polohy v gravitačním poli. Vztah pro výpočet potenciální energie je:

$$E_p = m \cdot g \cdot h, \quad (\text{J}) \quad (1)$$

kde:

E_p – potenciální energie (J),

m – hmotnost (kg),

g – gravitační zrychlení ($\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$),

h – výška (m).

3.2 Kinetická energie

Kinetická energie je energie, kterou má těleso v důsledku své rychlosti. Vztah pro výpočet kinetické energie je:

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2, \quad (\text{J}) \quad (2)$$

kde:

E_k – kinetická energie (J),

m – hmotnost (kg),

v – rychlost ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$).

3.3 Měrná tepelná kapacita

Měrná tepelná kapacita je definována jako množství tepla, které je potřeba k ohřátí jednoho kilogramu látky o jeden stupeň Kelvina:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T, \quad (\text{J}) \quad (3)$$

kde:

Q – tepelná energie (J),

m – hmotnost (kg),

c – měrná tepelná kapacita ($\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$),

ΔT – rozdíl teplot (K).

3.4 Výkon

Výkon je definován jako množství práce vykonané za jednotku času:

$$P = \frac{dW}{dt}, \quad (\text{W}) \quad (4)$$

kde:

P – výkon (W),

dW – infinitesimální práce (J),

dt – infinitesimální čas (s).

4 Sdílení tepla

4.1 Fourierova-Kirchhoffova rovnice

Fourierova-Kirchhoffova rovnice je základní rovnicí pro popis toku tepla:

$$\rho \cdot c \cdot \left(\frac{\partial T}{\partial t} + \vec{v} \cdot \vec{\nabla} T \right) = \nabla \cdot (\lambda \cdot \vec{\nabla} T) + \dot{Q}_V, \quad (\text{W} \cdot \text{m}^{-3}) \quad (5)$$

kde:

ρ – hustota ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$),

c – měrná tepelná kapacita ($\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$),

T – teplota (K),

t – čas (s),

\vec{v} – rychlost ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$),

$\vec{\nabla} T$ – gradient teploty ($\text{K} \cdot \text{m}^{-1}$),

$\nabla \cdot$ – divergence (m^{-1}),

λ – tepelná vodivost ($\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$),

\dot{Q}_V – objemový zdroj tepla ($\text{W} \cdot \text{m}^{-3}$).

4.2 Fourierův zákon

Fourierův zákon je základní rovnicí pro popis toku tepla:

$$\vec{q} = -\lambda \cdot \vec{\nabla} T, \quad (\text{W} \cdot \text{m}^{-2}) \quad (6)$$

kde:

\vec{q} – měrný tepelný tok ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$),

λ – tepelná vodivost ($\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$),

$\vec{\nabla} T$ – gradient teploty ($\text{K} \cdot \text{m}^{-1}$).