

KONWEKCJA (WNIKANIE)

Określić rodzaj konwekcji:

1. WYMUSZONA

OKREŚLIĆ: CHARAKTER PRZEPŁYWU PŁYNU, STOSUNEK L/d oraz CZY LEPKOŚĆ JEST MNIEJSZA CZY WIĘKSZA OD $2 \times$ LEPKOŚCI WODY

1A. $Re > 3000$; $L/d > 50$; $\eta < 2\eta_{wody}$

STOSUJEMY RÓWNANIE

$$Nu = 0,023 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,4}$$

$$Nu = \frac{\alpha \cdot l}{\lambda} \quad Re = \frac{u \cdot d \cdot \rho}{\eta} \quad Pr = \frac{c \cdot \eta}{\lambda} \quad \frac{d}{L}$$

l – wymiar charakterystyczny (d, H)

W przypadku gazów wartość liczby Pr zależy od rodzaju gazu:
gazy jednoatomowe $Pr=0,67$; dwuatomowe $Pr=0,72$;
trójatomowe $0,8$

1B. $Re > 3000$; $L/d < 50$; $\eta < 2\eta_{wody}$

STOSUJEMY RÓWNANIE

$$Nu = 0,023 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,4}$$

Należy uwzględnić współczynnik poprawkowy

ε (rura prosta) lub ε_r (wężownica)

$$\varepsilon = 1 + \left(\frac{d}{L}\right)^{0,7} \quad \varepsilon_r = 1 + 3,54 \left(\frac{d}{D}\right)$$

1C. $Re > 3000$; $\eta > 2\eta_{wody}$

STOSUJEMY RÓWNANIE

$$Nu = 0,027 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,33} \cdot (\eta/\eta_w)^{0,14}$$

1D. $Re < 2100$

STOSUJEMY RÓWNANIA

Gdy $Re \cdot Pr \cdot d/L > 13$

$$Nu = 1,86 \cdot (Re \cdot Pr \cdot d/L)^{0,33}$$

gdy istnieje silna zależność lepkości od temperatury (ciecze o znacznej lepkości) współczynnik C wynosi:

$$1,86 \cdot (\eta/\eta_w)^{0,14}$$

Gdy $Re \cdot Pr \cdot d/L < 13$

$$Nu = 1,62 \cdot (Re \cdot Pr \cdot d/L)^{0,33}$$

Gdy $Re \cdot Pr \cdot d/L < 4,5$

$$Nu = 0,5 \cdot Re \cdot Pr \cdot d/L$$

2. NATURALNA

OKREŚLIĆ: CZY WNIKANIE ZACHODZI W PRZESTRZENI NIEOGRANICZONEJ CZY OGRANICZONEJ

2A. PRZESTRZEŃ NIEOGRANICZONA

STOSUJEMY RÓWNANIE

$$Nu = C \cdot (Gr \cdot Pr)^n$$

Wartości C i n zależą od iloczynu $Gr \cdot Pr$

$$Gr = \frac{g \cdot l^3}{\nu^2} \cdot \beta \cdot \Delta t = \frac{g \cdot l^3 \cdot \rho^2}{\eta^2} \cdot \beta \cdot \Delta t$$

$Gr \cdot Pr$	C	n
$10^{-3} - 5 \cdot 10^2$	1,18	1/8
$5 \cdot 10^2 - 2 \cdot 10^7$	0,54	1/4
$2 \cdot 10^7 - 10^{13}$	0,135	1/3

Dla $Gr \cdot Pr < 10^{-3}$ oblicza się wg wzoru:

$$\alpha = 0,45 \cdot \frac{\lambda}{l}$$

2B. PRZESTRZEŃ OGRANICZONA

Wówczas oblicza się równoważny współczynnik przewodzenia ciepła λ_z .

STOSUJEMY RÓWNANIA gdy:

$Gr \cdot Pr < 10^3$

$$Q_* = \frac{\lambda_z}{\sigma} \cdot A \cdot \Delta T$$

$Gr \cdot Pr < 10^3$

$$\frac{\lambda_z}{\lambda} = 0,18 \cdot (Gr \cdot Pr)^{0,25}$$

PRZENIKANIE:

ŚCIANKA PŁASKA - strumień ciepła

$$Q_* = K \cdot A \cdot (T_1 - T_2) \text{ [W]}$$

ŚCIANKA PŁASKA – gęstość strumienia ciepła

$$q = K \cdot (T_1 - T_2) \text{ [W/m}^2\text{]}$$

ŚCIANKA PŁASKA – współczynnik przenikania ciepła K

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\sigma}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{deg}} \right]$$

ŚCIANKA CYLINDRYCZNA - strumień ciepła

$$Q_* = K_d \cdot \pi \cdot L \cdot (T_1 - T_2) \text{ [W]}$$

ŚCIANKA CYLINDRYCZNA – współczynnik przenikania ciepła K_d

$$K_d = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 \cdot 2r_1} + \sum_{i=1}^{i=n} \frac{1}{2\lambda_i} \ln \frac{r_{i+1}}{r_i} + \frac{1}{\alpha_2 \cdot 2r_{max}}} \left[\frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{deg}} \right]$$