

## WRZENIE

Zależność *Rohsenowa* na gęstość strumienia ciepła dla swobodnego wrzenia pęcherzykowego (pool boiling)

$$q \left[ \frac{W}{m^2} \right] = \mu_l r \left[ \frac{g(\rho_l - \rho_v)}{\sigma} \right]^{1/2} \left( \frac{c_{pl} \Delta T}{C_{sf} r Pr_l^n} \right)^3$$

$n = 1,0$  dla wody

$n = 1,7$  dla innych cieczy

Współczynnik  $C_{sf}$  zależy od rodzaju cieczy oraz rodzaju i stanu powierzchni.

Temperaturą odniesienia jest temperatura nasycenia,  $T_s$ .

$\mu$  - współczynnik lepkości dynamicznej,  $Pa \cdot s$

$r$  - ciepło parowania,  $J/kg$

$g$  - przyspieszenie ziemskie,  $m/s^2$

$\sigma$  - współczynnik napięcia powierzchniowego,  $N/m$

$\Delta T$  - różnica temperatur ścianki,  $T_w$ , oraz nasycenia,  $T_s$ ,  $K$

Indeks  $l$  oznacza, że dana wielkość dotyczy cieczy o temperaturze nasycenia.

Indeks  $v$  oznacza, że dana wielkość dotyczy pary nasyconej suchej.

Przykładowe wartości współczynnika  $C_{sf}$  dla wody

mosiądz	0,0060
miedź	0,0068
miedź polerowana	0,0130
platyna	0,0130
stal nierdzewna	
- wytrawiona chemicznie	0,0133
- polerowana mechanicznie	0,0132
- punktowo pokryta teflonem	0,0058

Chapman A.J.: Fundamentals of Heat Transfer. Macmilan, New York, 1987

Kombinacja płyn/powierzchnia	Współczynnik $C_{sf}$
woda/miedź	0.013
woda/nikiel	0.006
woda/platyna	0.013
woda/mosiądz	0.006
woda/stal nierdzewna polerowana mechanicznie	0.0132
woda/stal nierdzewna chemicznie wytrawiona	0.0133
woda/stal nierdzewna szlifowana i polerowana	0.080
$CCl_4$ /copper	0.013
Benzene/Chromium	0.0101
n-Pentane/Chromium	0.015
Ethyl alcohol/Chromium	0.0027
Isopropyl alcohol/copper	0.0025
n-Butyl alcohol/copper	0.003

Napięcie powierzchniowe dla wody

$$\sigma [N/m] = 0,2358 \left( 1 - \frac{T[K]}{647,15} \right)^{1,256} \left[ 1 - 0,625 \left( 1 - \frac{T[K]}{647,15} \right) \right]$$

Maksymalna wartość gęstości strumienia ciepła dla wrzenia pęcherzykowego

$$q_{\max} = C_m r \rho_v^{1/2} \left[ \sigma g (\rho_l - \rho_v) \right]^{1/4}$$

gdzie:

$C_m = 0,149$  dla dużej powierzchni poziomej

$C_m = 0,116$  dla cylindra o średnicy znacznie większej niż promień krytyczny zarodka pary

## **SKRAPLANIE**

Przechłodzenie skroplin

$$r_e = r + 0,68c_{pl}(T_s - T_w) \quad [J/kg]$$

$c_{pl}$  jest ciepłem właściwym cieczy dla średniej temperatury skroplin,  $T_m$  (w

Rura pozioma – powierzchnia zewnętrzna

$$\alpha_1 = 0,729 \left[ \frac{g \rho_l (\rho_l - \rho_v) r_e \lambda_l^3}{\mu_l (T_s - T_w) D} \right]^{1/4} \quad \left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$$

$g$  – przyspieszenie ziemskie,  $m/s^2$

$\rho_l$  - gęstość cieczy,  $kg/m^3$

$\rho_v$  - gęstość pary nasyconej suchej,  $kg/m^3$

$r_e$  – równoważne ciepło skraplania dla temperatury  $T_s$ ,  $J/kg$

$\lambda_l$  - współczynnik przewodzenia ciepła dla cieczy,  $W/(m \cdot K)$

$\mu_l$  - współczynnik lepkości dynamicznej cieczy,  $kg/(m \cdot s)$

$T_s$  - temperatura nasycenia (skraplania),

$T_w$  - temperatura ścianki,

$D$  – średnica zewnętrzna rury,  $m$

