

## Korelacje uogólnione dla wymuszonego przepływu przez kanały

Przepływ laminarny,  $Re < 2300$

L.p.	CZYNNIK	RODZAJ KANAŁU	ZALEŻNOŚĆ	UWAGI
1	dowolny	rura pionowa	$Nu_f = C Pe_f^{0,23} \left(\frac{L}{D_0}\right)^{-0,5}$ $C = 15 \text{ przy ogrzewaniu}$ $C = 11,5 \text{ przy chłodzeniu}$	Kraussold $Pe = 5 \cdot 10^3 \div 4 \cdot 10^4$ $\frac{L}{D_0} = 100 \div 400$
2	dowolny	rura	$Nu_f = 1,86 \left( Pe_f \frac{D_0}{L} \right)^{1/3} \left( \frac{\eta_f}{\eta_w} \right)^{0,14}$	Sieder i Tate $\eta_f / \eta_w = 0,004 \div 14$
3	dowolny	dowolny	$Nu_f = 0,17 Re_f^{0,33} Pr_f^{0,43} Gr_f^{0,1} \left( \frac{Pr_f}{Pr_w} \right)^{0,25}$	Micheev $L/D > 50$ $D = D_h$
4	dowolny	rura	$Nu_f = \left[ 3,65 + \frac{0,0668 \left( Pe_f \frac{D_0}{L} \right)}{1 + 0,045 \left( Pe_f \frac{D_0}{L} \right)^{2/3}} \right] \left( \frac{\eta_f}{\eta_w} \right)^{0,14}$	Hausen $\frac{L}{D_0} \frac{1}{Pe_f} = 0,0001 \div 10$
5	woda	rura pionowa	$Nu_w = 0,525 (Gr Pr_w)^{1/4}$	Watzinger, Johnson $Re < 1600$ $L/D_0 = 20$ przepływ z góry do dołu
6	dowolny	rura	$Nu_f = 0,289 Re_f^{0,5} Pr_f^{1/3} \left( \frac{D_0}{L} \right)^{0,5}$	Elsner

Przepływ przejściowy,  $2300 < Re < 10^4$

L.p.	CZYNNIK	RODZAJ KANAŁU	ZALEŻNOŚĆ	UWAGI
1	dowolny	rura	$Nu_f = 0,00069 Re_f^{1,24} Pr_f^{0,5}$	Zhavoronkov, Malusov, Matafeev $Re = 2000 \div 10^4$
2	ciecze	rura	$Nu_f = \frac{1}{300} Re_f Pr_f^{0,37}$	Böhm $Re = 3000 \div 3 \cdot 10^4$
3	ciecze	dowolny	$Nu_f = 0,008 Re_f^{0,9} Pr_f^{0,43}$	Planovski, Ramm, Kagan $D = D_h$

4	dowolny	przewód prostokątny	$Nu_f = 0,001 Re_f^{1,18} Pr_f^{0,5}$	Berman $D = D_h$
5	dowolny	rura	$Nu_f = 0,037 \left[ 1 + \left( \frac{D_0}{L} \right)^{2/3} \right] (Re_f^{0,75} - 180) Pr_f^{0,42} \left( \frac{\eta_f}{\eta_w} \right)^{0,14}$	Hausen $Re = 2300 \div 10^6$ $Pr = 0,6 \div 1000$ $L/D_0 = 1 \div \infty$
6	dowolny	rura	$Nu_f = 42,6 Pr_f^{1/3} \left( \frac{\eta_f}{\eta_w} \right)^{0,14} \varphi$ gdzie: $\varphi = 10^4 Re_f^{[0,376 + 0,493 \lg(L/D_0)]}$	Hobler
7	ciecze	rura pionowa	$Nu_f = 0,0067 Re_f Pr_f^{0,2} \left( \frac{\eta_f}{\eta_w} \right)^{0,14}$	Norris i Sims $Re = 3500 \div 11 \cdot 10^3$ $Pr = 35 \div 140$ $L/D_0 = 234$ $\eta_f / \eta_w = 0,32 \div 0,76$ przepływ z góry na dół

### Przepływ burzliwy, $Re > 10^4$

L.p.	CZYNNIK	RODZAJ KANAŁU	ZALEŻNOŚĆ	UWAGI
1	dowolny	rura	$Nu_f = 0,032 Re_f^{0,8} Pr_f^n \left( \frac{L}{D_0} \right)^{-0,054}$ $n = 0,30$ przy chłodzeniu $n = 0,37$ przy ogrzewaniu	Kraussold $Pr = 0,7 \div 370$ $Re = 10^4 \div 9 \cdot 10^4$ przy olejach $Re = 10^4 \div 50 \cdot 10^4$ przy wodzie
2	dowolny	rura	$Nu_f = 0,023 Re_f^{0,8} Pr_f^n$ $n = 0,30$ przy chłodzeniu $n = 0,40$ przy ogrzewaniu	Dittus i Böltner $Pr = 0,7 \div 100$ $L/D_0 > 60$
3	dowolny	rura	$Nu_f = 0,023 Re_m^{0,8} Pr_m^{1/3}$ $c_p$ określać przy $T_f$	Colburn $Pr = 0,7 \div 160$ $L/D_0 > 60$

4	dowolny	dowolny	$Nu_f = 0,021 Re_f^{0,8} Pr_f^{0,43} \left( \frac{Pr_f}{Pr_w} \right)^{0,25}$	Micheev $Re = 10^4 \div 5 \cdot 10^6$ $Pr = 0,6 \div 2500$ $L/D_0 > 50$ $D = D_h$ <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <span style="margin-right: 10px;"><math>b</math></span> <div style="margin-left: 20px;"><math>\frac{a}{b} = 1 \div 40</math></div> </div>
5	powietrze	dowolny	$Nu_f = 0,018 Re_f^{0,8}$	Micheev $Re = 10^4 \div 5 \cdot 10^6$ $Pr = 0,6 \div 2500$ $L/D_0 > 50$ $D = D_h$ <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <span style="margin-right: 10px;"><math>b</math></span> <div style="margin-left: 20px;"><math>\frac{a}{b} = 1 \div 40</math></div> </div>
6	woda	rura	$Nu_f = 0,0168 Re_f^{0,84} Pr_f^{0,4}$	Kaufman, Isley $Re = 10^4 \div 5 \cdot 10^4$ $L/D_0 = 50$
7	dowolny	rura	$Nu_f = 0,023 Re_f^{0,8} Pr_f^{1/3} \left( \frac{\eta_f}{\eta_w} \right)^{0,14}$	Sieder i Tate $Pr = 0,7 \div 16700$ $L/D_0 > 60$

8	gazy i para przegrzana	rura	$Nu_m = 0,024 \left[ 1 + \left( \frac{D_0}{L} \right)^{2/3} \right] Re_m^{0,786} Pr_m^{0,45}$	Hausen $Re = 7 \cdot 10^3 \div 10^6$ $Pr = 0,7 \div 10$ $L/D_0 = 1 \div \infty$
9	dowolny	rura	$Nu_f = 0,037 \left[ 1 + \left( \frac{D_0}{L} \right)^{2/3} \right] (Re_f^{0,75} - 180) Pr_f^{0,42} \left( \frac{\eta_f}{\eta_w} \right)^{0,14}$	Hausen $Re = 2300 \div 10^6$ $Pr = 0,6 \div 1000$ $L/D_0 = 1 \div \infty$
10	czynniki chłodnicze CO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> itp.	rura	$\alpha_{sr} \cong 22 \lambda_f^{0,25} c_{pf}^{0,75} \frac{\dot{m}^{0,75}}{D_0^{1,75}}$	TEN Bosch $\dot{m}$ [kg/s]