

Übungen WS 10/11

Aufgabe 1

Wie groß ist der Wärmeübergangskoeffizient α [W/(m²K)], bezogen auf die Wand eines mantelbeheizten Rührbehälters, der mit einer wässrigen Lösung gefüllt ist? Die Flüssigkeit wird mit einem Propellerrührer vermischt und kann bezüglich der Stoffeigenschaften als reines Wasser betrachtet werden.

Der Rührbehälter hat die folgenden Abmessungen und Betriebsparameter: $d_B = 1$ m; $d_R = 0.35$ m; $n = 2.4$ s⁻¹; Anzahl der Propellerblätter $N = 3$; Propellersteigung $S = 0.35$ m; Flüssigkeitstemperatur $\vartheta_1 \equiv \vartheta = 88$ °C; Wandtemperatur $\vartheta_w = 95$ °C.

Stoffwerte für reines Wasser:

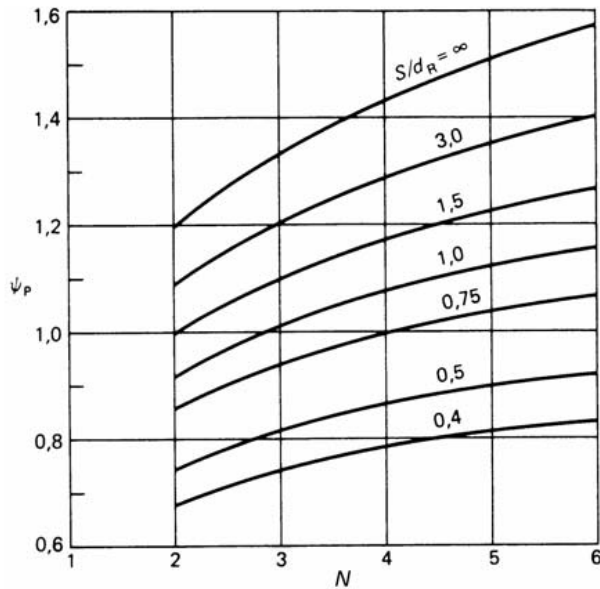
Prandtl-Zahl $Pr = 2.02$; Wärmeleitfähigkeit bei mittlerer Flüssigkeitstemperatur (\bar{T}_1 bzw. $\bar{\vartheta}_1$) $\lambda = 0.672$ W/(m K);

$\rho = 966$ kg/m³; $\eta(\bar{\vartheta}_1 = 88$ °C) = $323 \cdot 10^{-6}$ Pa s ;

$\eta(\bar{\vartheta}_w = 95$ °C) = $299 \cdot 10^{-6}$ Pa s .

Für einen *Propellerrührer* gilt:

$$Nu = 0.505 \psi_p Re^{2/3} Pr^{1/3} \left(\eta(\bar{T}_1) / \eta(\bar{T}_w) \right)^{0.14}$$



\bar{T}_l : mittlere Temperatur der Flüssigkeit

\bar{T}_w : mittlere Wandtemperatur

$Re \equiv nd_R^2 / \nu(\bar{T}_l)$

$Nu \equiv \alpha d_B / \lambda$

ψ_P in Abhängigkeit von der Anzahl N der Propellerblätter und vom Verhältnis S/d_R

Gültigkeitsbereich:

$$1.7 \cdot 10^4 \leq Re \leq 9 \cdot 10^5$$

$$1.9 < Pr < 2.4$$

$$0.4 < S/d_R < \infty \quad (\text{üblich } 0.5 \leq S/d_R \leq 1.5)$$

$$1 \leq N \leq 45 \quad (\text{üblich } 2 \leq N \leq 5)$$