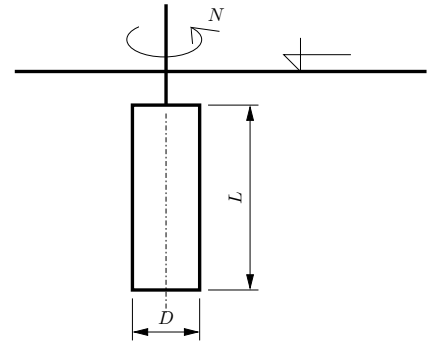


Provozní viskozimetr

K měření reologických vlastností kapaliny v rozlehlé zásobní nádrži byl použit rotující váleček o průměru 50 mm a délce 200 mm ponořený do kapaliny. Určete dynamickou viskozitu (zdánlivou viskozitu) kapaliny, jestliže byl pro otáčky válečku 60 min^{-1} naměřen krouticí moment na hřídeli rotujícího válečku $9,87 \text{ mNm}$. Vypočtěte rychlost smykové deformace $\dot{\gamma}$ na povrchu rotujícího válečku při níž bylo měření dynamické viskozity provedeno a také velikost odpovídajícího smykového napětí. Určete velikost mechanického výkonu disipovaného v kapalině při měření. Při řešení zanedbejte koncové efekty a tření kapaliny o čela válečku.



Krouticí moment na povrchu rotujícího válečku lze vyjádřit vztahem

$$M_k = \frac{4\pi\mu\omega R_1^2 L}{1 - \kappa^2}; \quad \kappa = \frac{R_1}{R_2}. \quad (1)$$

Pro $R_2 \rightarrow \infty$, tj. $\kappa \rightarrow 0$ lze vztah zjednodušit a následně z něj vyjádřit dynamickou viskozitu

$$M_k = 4\pi\mu\omega R_1^2 L; \quad \mu = \frac{M_k}{4\pi\omega R_1^2 L}. \quad (2)$$

Pro úhlovou rychlost

$$\omega = 2\pi N = 2\pi \frac{60}{60} = 6,28319 \text{ s}^{-1} \quad (3)$$

je pak dynamická viskozita kapaliny, $R_1 = D/2$,

$$\mu = \frac{M_k}{4\pi\omega R_1^2 L} = \frac{9,87 \cdot 10^{-3}}{4\pi \cdot 6,28319 \cdot 0,025^2 \cdot 0,2} = 1 \text{ Pa s}, \quad (4)$$

kterou budeme pokládat za zdánlivou viskozitu měřené kapaliny při daných podmínkách měření, protože nemáme žádnou další informaci o chování měřené kapaliny.

Smykové napětí na povrchu rotujícího válečku je možné vyjádřit ze zadaného krouticího momentu na rotujícím válečku (a samozřejmě plochy a ramene síly)

$$\tau_{r\varphi, w} = \tau_{r\varphi} \Big|_w = \frac{M_k}{2\pi R_1^2 L} = \frac{9,87 \cdot 10^{-3}}{2\pi \cdot 0,025^2 \cdot 0,2} = 12,567 \text{ Pa} \quad (5)$$

a rychlost smykové deformace na povrchu rotujícího válečku následně vypočteme s použitím Newtonova zákona vazkého tření $\tau = \mu \dot{\gamma}$

$$\dot{\gamma}_w = \frac{\tau_{r\varphi, w}}{\mu} = 2\omega = 2 \cdot 6,28319 = 12,566 \text{ s}^{-1}. \quad (6)$$

Nakonec můžeme spočítat velikost výkonu disipovaného v kapalině

$$\dot{Q}^{(\text{dissip})} = M_k \omega = 9,87 \cdot 10^{-3} \cdot 6,28319 = 0,0620 \text{ W}. \quad (7)$$