Tato Příloha **409** je součástí článku 38. Vznik tlakové ztráty při proudění tekutiny, http://www.transformacni-technologie.cz/vznik-tlakove-ztraty-pri-proudeni-tekutiny.html.

Odvození rovnice pošinovací tloušťky mezní vrstvy

Nejprve si stanovme rovnice snížení hmotnostního průtoku kanálem díky mezní vrstvě. Přičemž referenční průtok je průtok při nevazkém proudění:

$$\Delta\dot{m}=\int_{-l/2}^{l/2} d\dot{m}_{\infty}-\int_{-l/2}^{l/2} d\dot{m}=\rho\cdot h\int_{-l/2}^{l/2} c_{\infty}dx-\rho\cdot h\int_{-l/2}^{l/2} c\,dx=$$

$$=\rho\cdot h\int_{-l/2}^{l/2}(c_{\infty}-c)dx$$ [38. id409] *1* značí jednotkovou šířku kanálu.

Kanál pro nevazké proudění, kterým by mělo proudit stejné množství tekutiny jako při vazkém prouděním tedy průtok *m*, se může zmenšit o tloušťku *2δ**, kterou by proteklo množství *Δm*:

$$\Delta\dot{m}=\rho\cdot c_{\infty}\cdot 2\cdot\delta^{*}\cdot h$$

odtud

$$\delta^{*}=\frac{\Delta\dot{m}}{\rho\cdot c_{\infty}\cdot 2\cdot h}$$

$$2\cdot\rho\cdot c_{\infty}\cdot\delta^{*}\cdot h=\rho\cdot h\int_{-l/2}^{l/2}(c_{\infty}-c)dx$$

$$\delta^*=\frac{1}{2}\int_{-l/2}^{l/2}\left(1-\frac{c}{c_\infty}\right)dx=\frac{l}{2}-\int_{-l/2}^{l/2}\frac{c}{c_\infty}dx.$$

Odvození rovnice impulsní tloušťku mezní vrstvy

Mezní vrstva snižuje i hybnost tekutiny, která se sníží oproti hybnosti při nevazkém proudění:

$$\Delta H=\int_{-l/2}^{l/2}c_\infty d\dot{m}-\int_{-l/2}^{l/2}c\,d\dot{m}=\rho\cdot h\int_{-l/2}^{l/2}c_\infty\cdot c\,dx-\rho\cdot h\int_{-l/2}^{l/2}c^2dx=$$

$$=\rho\cdot h\int_{-l/2}^{l/2}\left(c_\infty\cdot c-c^2\right)dx$$ [TT38, id409]

Kanál pro nevazké proudění, kterým by měla proudit tekutina o stejném průtoku i hybnosti jako při vazkém proudění, se může zmenšit o tloušťku *2δ***, kterým by protekla tekutina o hybnosti *ΔH*:

$$\Delta H=\rho\cdot c_\infty\cdot 2\cdot\delta^{**}\cdot h\cdot c_\infty$$

odtud

$$\delta^{**}=\frac{\Delta H}{\rho\cdot c_\infty^2\cdot 2\cdot h}$$

$$\rho\cdot 2\cdot\delta^{**}\cdot h\cdot c_\infty^2=\rho\cdot h\int_{-l/2}^{l/2}\left(c\cdot c_\infty-c^2\right)dx$$

$$\delta^{**}=\frac{1}{2}\int_{-l/2}^{l/2}\frac{c}{c_\infty}\left(1-\frac{c}{c_\infty}\right)dx.$$

Odvození rovnic pro energetickou tloušťku mezní vrstvy

Mezní vrstva snižuje i kinetickou energii tekutiny, která se sníží oproti kinetické energii při nevazkém proudění:

$$\Delta E_k = \int_{-l/2}^{l/2} \frac{c_\infty^2}{2} d\dot{m} - \int_{-l/2}^{l/2} \frac{c^2}{2} d\dot{m} = \rho \cdot h \int_{-l/2}^{l/2} \frac{c_\infty^2}{2} \cdot c\, dx - \rho \cdot h \int_{-l/2}^{l/2} \frac{c^3}{2} dx =$$

$$= \rho \cdot h \int_{-l/2}^{l/2} \left(\frac{c_\infty^2}{2} c - \frac{c^3}{2} \right) dx$$ [38. id409]

Kanál pro nevazké proudění, kterým by měla proudit tekutina o stejném průtoku i kinetické energii jako při vazkém proudění, se může zmenšit o tloušťku $2\delta^{***}$, kterým by protekla tekutina o kinetické energii ΔE_k:

$$\Delta E_k = \rho \cdot c_\infty \cdot 2 \cdot \delta^{***} \cdot h \frac{c_\infty^2}{2}$$

$$\delta^{***} = \frac{\Delta E_k}{\rho \cdot c_\infty^3 \cdot h}$$

$$\rho \cdot c_\infty \cdot 2 \cdot \delta^{***} \cdot h \frac{c_\infty^2}{2} = \rho \cdot h \int_{-l/2}^{l/2} \left(\frac{c_\infty^2}{2} c - \frac{c^3}{2} \right) dx$$

$$\delta^{***} = \frac{1}{2} \int_{-l/2}^{l/2} \frac{c}{c_\infty} \left(1 - \frac{c^2}{c_\infty^2} \right) dx.$$