

Stanovení ztrátového součinitele kónických redukci různých rozměrů prostřednictvím numerických simulací

Tomáš Eisenhammer¹

1 Úvod

Určení tlakových ztrát v redukcích je nezbytné například při návrhu potrubních systémů tepelných elektráren. Tlakové ztráty jsou totiž spojeny s disipací energie, která tak nemůže být použita k pohonu turbíny. Pro kónické redukce však neexistuje obecně platný vztah pro výpočet těchto ztrát. Proto je nutné tlakové ztráty určit experimentem nebo numerickou simulací.

Tato práce se zabývá určením ztrátových součinitelů v kónických redukcích vybraných geometrických parametrů prostřednictvím numerických simulací. Výsledky jsou dále analyzovány s důrazem na závislost ztrátového součinitele na průměru výstupní trubky, úhlu redukce a vstupním Reynoldsově čísle.

2 Součinitele místní ztráty

Tlakovou ztrátu v redukci vyjadřuje součinitel místní ztráty

$$\zeta = \frac{p_z}{p_{\text{dyn1}}} = \frac{p_{\text{st1}} - p_{\text{st2}} + p_{\text{dyn1}} - p_{\text{dyn2}}}{p_{\text{dyn1}}}, \quad (1)$$

kde $p_{\text{st1,2}}$ značí statický tlak před, resp. za redukcí a $p_{\text{dyn1,2}}$ značí odpovídající dynamické tlaky.

Pro kónické redukce s malými vrcholovými úhly a pro náhlá zúžení lze nalézt příslušné vztahy např. v Noskiewič a kol. (1987), pro ostatní úhly však takovéto vztahy nejsou k dispozici.

3 Numerická simulace

Součinitele místní ztráty byly určeny pro následující parametry:

průměr výstupní trubky $d = 80, 100, 120$ mm,

vrcholový úhel $\alpha = 10, 20, 30, 60, 90, 120, 180^\circ$,

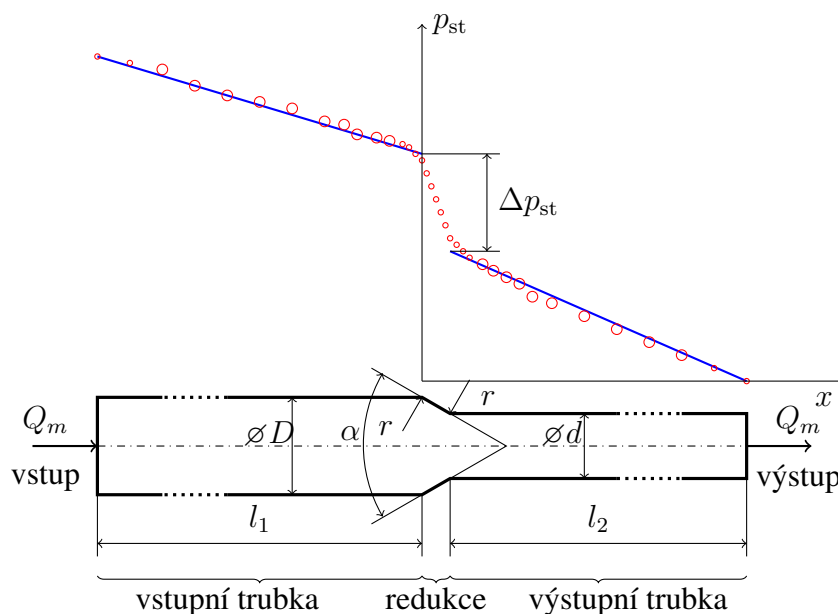
Reynoldsovo číslo $Re = 50\,000, 100\,000, 200\,000, 300\,000, 500\,000$,

celkem tedy pro 105 variant. Všechny simulace používaly výpočtový model proudění vycházející z dřívějšího výzkumu Katedry mechaniky, konkrétně z výzkumné zprávy Vimmr a kol. (2022), a byly provedeny v komerčním programu ANSYS Fluent.

Pro určení vhodné velikosti buněk výpočetní sítě byla provedena tzv. mesh resolution study, tj. analýza konvergence výsledků pro zjemňující se síť. Podobná metoda byla použita i pro určení vhodného zahuštění sítě v mezní vrstvě, zjednodušení výpočtové oblasti na základě osové symetrie úlohy a určení vhodné délky vstupní a výstupní trubky.

¹ student bakalářského studijního programu Počítačové modelování v mechanice, e-mail: eisentom@students.zcu.cz

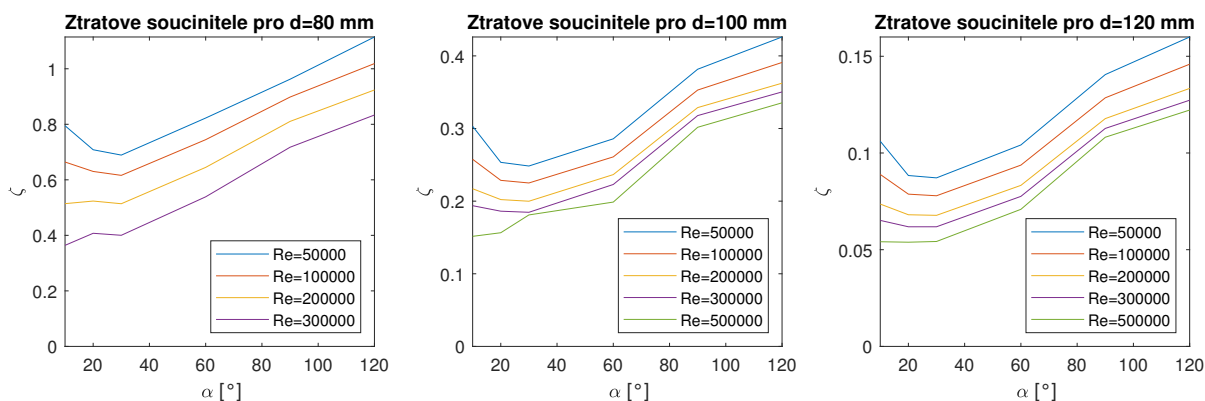
4 Určení ztrátových součinitelů z výsledků simulací



Obrázek 1: Schéma určení rozdílu statického tlaku v redukci

Rozdíl statických tlaků je určen extrapolací regresních přímek průměrných hodnot p_{st} ve vybraných průřezích vstupní, resp. výstupní trubky, viz obr. 1. Rozdíl dynamických tlaků je určen z průtoku, protože p_{dyn} po průběhu trubky značně kolísá a použitá metoda docílí větší přesnosti. Z těchto hodnot lze pak vypočítat ztrátový součinitel ζ pro danou variantu dle vztahu (1).

5 Výsledky



Obrázek 2: Výsledné ztrátové součinitele určené numerickými simulacemi

Literatura

Noskievič, J. a kol. (1986) *Mechanika tekutin*. Praha, SNTL – Státní nakladatelství technické literatury.

Vimr, J., Plánička, S., Jonášová, A. (2022) *Vývoj pokročilé metodiky pro stanovení průtočných charakteristik zpětné odběrové klapky u parního turbosoustrojí*. Souhrnná výzkumná zpráva: NTIS-VP3-010/2022, ZČU v Plzni.