

prof. Ing. Tomáš Vít, Ph.D.
Technická univerzita v Liberci
Fakulta strojní
Katedra energetických zařízení
Studentská 2, 460 01 Liberec 1

V Liberci, 31. prosince 2018

Oponentský posudek disertační práce

Ing. Rut Vitkovičové

na téma

„Úplav za dvěma válci ve stupňovité konfiguraci“

Předložená dizertační práce se věnuje experimentálnímu výzkumu charakteru úplavu za jedním a dvěma válci. Je sledován vliv různých průměrů válců a různých geometrických uspořádání. Z výsledků vizualizace, měření metodou CTA a měření metodou PIV jsou vyhodnoceny dominantní frekvence jednak spektrální analýzou naměřených dat, ale také využitím POD metody pro získání dominantních módů proudění. Získané výsledky jsou detailně analyzovány a porovnány s pracemi ostatních autorů.

Dosažení stanovených cílů

Autorka si na konci první kapitoly stanovila čtyři hlavní cíle:

1. stanovit vliv geometrického uspořádání válců a Reynoldsova čísla na stabilitu v úplavu, jeho topologii a dominantní frekvence,
2. identifikovat základní struktury v proudění vzniklých interakcí smykových vrstev a struktur formovaných oběma válci a jejich vliv na dominantní frekvence úplavu,
3. vyšetřit experimentálně ovlivnění dominantních struktur v úplavu změnou polohy druhého válce,
4. implementovat metodu analýzy proudění POD na identifikaci struktur proudění a zhodnotit použitelnost dosažitelných výsledků.

Postup naplnění cílů práce je popsán v celé práci. V závěrečné kapitole autorka přehledně shrnuje dosažené výsledky a dokumentuje jejich vztah ke stanoveným cílům. Tak jako nejsou cíle 1-3 přesně vymezeny, tak je obtížné rozhodnout, ke kterému ze stanovených cílů se daný výsledek vztahuje.

Cíl podle bodu 1 byl v práci splněn. Autorka provedla množství experimentů s různými konfiguracemi experimentálního zařízení (poměr průměrů válců a jejich vzájemné polohy). Experimenty a jejich vyhodnocení ukazují topologii a dominantní frekvence v úplavu. Výsledky jsou dokumentovány řadou snímků a grafů.

Cíl podle bodu 2 byl v práci splněn. Při posouzení je obtížné rozlišit, kdy se jedná o výzkum topologie proudění (cíl 1) a kdy o výzkum struktur formovaných válci (cíl 2). Autorka identifikuje významné struktury v úplavu na základě analýzy výsledků vizualizace, TR-PIV experimentů a analýzy dat metodou POD.

Cíl podle bodu 3 byl v práci splněn. Na řadě provedených experimentů autorka ukazuje vliv vzájemné polohy válců na charakter úplavu.

Cíl podle bodu 4 byl v práci splněn. Autorka využila metodu POD pro identifikaci energeticky významných struktur v úplavu. Metodou POD byla zpracováno velké množství výsledků a tyto byly následně analyzovány. Dosažené výsledky jsou porovnány s pracemi ostatních autorů.

Úroveň rozboru současného stavu v disertaci řešené problematiky

Rešerši je v práci věnováno devět stran v úvodní kapitole. Autorka cituje nejvýznamnější autory v oboru výzkumu stability proudění za špatně obtékaným tělesem (Roshko, Williamson, Zdravkovich, Fey) a významné práce, které se týkají výzkumu proudění za skupinou těles (Zdravkonich, Choi, Strykowski, Sumner). Autorka rovněž shrnuje dosavadní znalosti v oblasti aplikace metody POD na analýzu proudění (Lumley, Breivise aj.).

Autorka se věnuje pouze rešerši experimentálně zaměřených prací. Opomíjí ale teoretický rozbor úlohy z pohledu mechaniky tekutin.

Teoretický přínos disertační práce

Disertační práce je zaměřená experimentálně. Práce se nezabývá teoretickým rozbohem obtékání tupého tělesa a soustavy tupých těles.

Z teoretického pohledu je možné vyzdvihnout použití metody POD pro analýzu výsledků a přípravu algoritmů pro vyhodnocení výsledků. Ve vlastní práci bohužel není algoritmus zpracování výsledků popsán.

Praktický přínos disertační práce

Disertační práce přináší množství experimentálních výsledků. Jednotlivé experimenty představují kombinaci různých průměrů obtékaných válců, jejich vzájemné polohy a různých rychlostí proudění. Experimenty probíhaly jak v aerodynamickém cirkulačním tunelu, tak ve vodním tunelu. Úplav v každé z jednotlivých konfigurací je vizualizován (data pravděpodobně z vodního tunelu) a zároveň měřen metodou CTA a TR PIV. Získané výsledky jsou následně analyzovány metodou POD.

Výsledky všech experimentů jsou v práci prezentovány buď ve formě barevných map nebo ve formě standardních St (Sh) – Re závislostí. Práce tak přináší unikátní přehled charakteru úplavu pro různé konfigurace a rychlosti proudění.

V závěrečné kapitole je provedeno shrnutí dosažených výsledků a je vytvořena cenná mapa oblastí s různým vlivem na stabilitu proudění (obr. 79).

Vhodnost použitých metod řešení a způsob jejich aplikace

Použité metody řešení jsou pro dané téma vhodné. Jedná se o standardní experimentální metody. Metodu POD je dnes rovněž možné považovat za standardní metodu pro vyhodnocení dominantních módů v proudovém poli.

Protože se jedná o experimentální práci, která studuje proudění kolem skupiny špatně obtékaných těles, je nutné vytknout několik nedostatků a nepřesností.

V práci nejsou dostatečně popsána experimentální zařízení. V práci nejsou popsány parametry provedených experimentů, není popsáno nastavení experimentálních metod. Není tak možné zodpovědně hodnotit dosažené výsledky. Doufám, že experimentálnímu zařízení bude věnována pozornost při obhajobě práce.

Práce nezmiňuje charakter proudění ve směru podél válce, popřípadě metodu a opatření, jak bylo zajištěno paralelní odtrhávání vírů.

Vyhodnocení výsledků metodou POD se jeví jako největší přínos práce. Přesto je postupu a algoritmu vyhodnocení věnována malá pozornost. Není jasné, jaké množství dat je vyhodnocováno s ohledem na hledané dominantní frekvence. Z popisu není jasné, jak se autorka vypořádala s jevy, které jsou v oblasti analýzy signálu obvyklé, jako je např. spektrální rozptyl (spectral leakage) atp.

Prokázání odpovídajících znalostí v oboru

Autorka v práci prokázala, že je schopná navrhnout, provést a analyzovat složitý experiment. Autorka prokázala, že dokonale ovládá několik experimentálních metod a je schopná použít moderní analytické nástroje (např. MATLAB) pro analýzu výsledků.

Kvalita provedených experimentů a dosažených výsledků je na úrovni práce výše citovaných autorů.

Formální úroveň práce

Po formální stránce má práce výbornou úroveň. Originální výsledky jsou přehledně zpracovány ve formě grafů a obrázků. Vzhledem k množství prezentovaných výsledků bych pokládal za vhodné, aby se autorka soustředila na prezentaci pouze zásadních výsledků a popis výsledků jednotlivých experimentů by mohl být obsahem přílohy.

Disertační práce je pečlivě zpracována, práce obsahuje pouze minimum gramatických, stylistických a typografických chyb.

Struktura disertační práce

Disertační práce Ing. Rut Vitkovičové má rozsah 138 stran textu a obrázků a je přehledně členěna do osmi kapitol.

V úvodní kapitole je popsána motivace pro řešení daného tématu, je provedeno shrnutí současného stavu poznání a jsou stanoveny cíle práce.

V druhé kapitole je proveden stručný popis použitých experimentálních metod.

Ve třetí kapitole je popsán postup při vyhodnocení výsledků.

Ve čtvrté, nejrozsáhlejší, kapitole jsou uvedeny dosažené výsledky ve formě St-Re závislosti a výsledků vizualizace. V páté kapitole jsou dosažené výsledky analyzovány metodou POD a jsou identifikovány dominantní struktury v úplavu.

V šesté kapitole je provedeno shrnutí výsledků s ohledem na stanovené cíle, je popsán přínos provedeného výzkumu pro obor a jsou ukázány možnosti dalšího výzkumu.

V sedmé kapitole je uveden seznam citované literatury, včetně vlastních publikací autorky. V osmé kapitole jsou další přílohy s výsledky.

Závěr

Disertační práce obsahuje řadu výsledků původních experimentů. Autorka ve své práci využívá moderní experimentální metody a moderní metody pro vyhodnocení a prezentaci výsledků.

Přínos disertační práce:

- Přínos disertační práce je v provedených experimentech, které popisují řadu různých konfigurací a rychlostí proudění.
- Přínos práce je rovněž v precizním vyhodnocení experimentů za použití různých metod a v detailní a systematické analýze výsledků.

Nedostatky práce spatřuji zejména v:

- chybějícím teoretickým rozboru problému,
- chybějícím popisu experimentů a experimentálních zařízení,
- nejasném algoritmu pro analýzu výsledků metodou POD.

Hodnocení

Předložená disertační práce Ing. Rut Vitkovičové „Úplav za dvěma válci ve stupňovité konfiguraci“ obsahuje celou řadu kvalitních a unikátních výsledků. Z předložené disertační práce i z ostatních publikací autorky je možné poznat hluboké znalosti dané problematiky.

Doporučuji disertační práci Ing. Rut Vitkovičové k obhajobě před komisí.

prof. Ing. Tomáš Vít, Ph.D.

Dotazy:

1. Jakým způsobem bylo při experimentech zajištěno paralelní odtrhávání vírů?
2. Jakým způsobem je při vyhodnocení metodou POD zajištěno, aby vysoké frekvence neměly větší váhu, než odpovídá skutečnosti?