

Oponentský posudek disertační práce

Ing. Veroniky Barraclough

na téma

Portálový vír v úplavu hyperboloidního modelu

Předložená dizertační práce se věnuje sledování vírových struktur za obtékaným tělesem tvaru hyperboloidu. Práce je zaměřena na provedení experimentů metodou PIV a vyhodnocení energetických módů POD analýzou. Práce je doplněna o měření dominantních frekvencí v úplavu metodou Hot wire anemometry.

Problematika identifikace vírových struktur, včetně jejich dynamiky a s tím spojených nestacionárních jevů patří k významným problémům současné experimentální mechaniky tekutin. Významný pokrok byl zaznamenán s rozvojem 3D bezkontaktních experimentálních metod, jako je například tomografické 3D PIV, které dokázaly překonat omezení spojená s využitím bodových a 2D metod.

Dosažení stanovených cílů

Autorka si v kapitole 1.4 stanovila 3 cíle:

1. Experimentálně potvrdit existenci portálového víru pomocí měřicí metody 2D PIV za špatně obtékaným tělesem hyperboloidního tvaru.
2. Změřit geometrické a proudové parametry portálového víru za tělesem hyperboloidního tvaru.
3. Kvantifikovat geometrickou podobu portálového víru a rozložení cirkulace podél tohoto víru. Zhodnotit dynamické vlastnosti proudění v úplavu.

Cíl podle bodu 1 byl v práci částečně splněn. Autorka provedla 2D PIV experimenty, které zachycují struktury v proudu za hyperboloidem, čemuž se věnuje kapitola 4. Autorka rovněž provedla experimenty HWA (patrně v režimu CTA), které použila pro určení Strouhalova čísla v úplavu. Z některých tvrzení autorky bylo zřejmé, že nebyly proměřené dostatečně velké oblasti, např. „...portálové víry se ... nevyskytují. Mohly se nacházet mimo měřenou oblast.“ Toto oponentka považuje za škodu, protože ne vždy se experiment podaří na první pokus a někdy po prvotní analýze naměřených dat se proto musí zopakovat pro získání kvalitních výsledků.

Na existenci portálového víru a jeho charakter autorka usuzuje na základě vyhodnocení časově středovaného rychlostního pole v úplavu. Vlastní proces vyhodnocení není v práci detailně

popsán, nelze proto určit, zda je tento postup pro vyhodnocení vhodný nebo ne. V případě úplavu za špatně obtékaným tělesem se jedná o dynamický děj, kde při sledovaném rozsahu Re dochází k periodickému odtrhávání a pohybu vírových struktur. Postup, jakým byla určena pozice portálového víru z časově středovaného pole rychlosti, by proto měl být v práci jasně vysvětlen. Oponentka se domnívá, že pro vyhodnocení přítomnosti a charakteru portálového víru by bylo daleko vhodnější použít metody založené na analýze vířivosti.

Tento bod pokládám za částečně splněný, protože byla naměřena data. Z práce ale není vůbec zřejmý postup jejich zpracování a vyhodnocení.

Cíl podle bodu 2 byl splněn částečně. K tomuto bodu se vztahují komentáře uvedené v předchozím bodě.

Cíl podle bodu 3 byl v práci splněn částečně. V kapitole 5.3 se autorka věnuje klasifikaci rychlostního profilu víru a rozložení cirkulace podél portálového víru. V práci jsou uvedeny některé závěry, o jejich správnosti sama autorka v několika větech pochybuje. Hodnocení správnosti výsledků je obtížné, protože ani zde není uveden postup použitý při vyhodnocení výsledků.

Úroveň rozboru současného stavu v disertaci řešené problematiky

Autorka v práci cituje 42 zdrojů, které se většinou věnují problematice úplavu za špatně obtékaným tělesem. Autorka uvádí některé výsledky z těchto publikací, většinou ale bez hlubšího rozboru. Je na škodu, že rešerše neobsahuje více informací týkající se problematiky proudění za omezeným tělesem. Tuto problematiku není možné omezit pouze na otázku vzniku a vývoje portálového víru. Domnívám se, že by v práci měly být zmíněné i další struktury, které se v takovém úplavu mohou vyskytovat. Zároveň by měl být diskutován vývoj takových struktur a, vzhledem k zaměření práce, jejich vliv na charakter portálového víru.

V práci je rovněž citováno minimum publikací, které se zabývají problematikou měření metodou PIV a vyhodnocení dat. Právě rešerše postupů pro vyhodnocení výsledků složitých nestacionárních dějů by mohla omezit problémy s vyhodnocením a interpretací výsledků. Patrně by potom nemohlo dojít k situaci, kdy jsou naměřená data nevhodná pro vyhodnocení některých veličin, zde např. vířivosti.

Teoretický přínos disertační práce

Práce je převážně experimentální. Autorka se v práci nezabývá teoretickým popisem sledovaných jevů, ani návrhem nových postupů při získání a analýze experimentálních dat.

Za teoretický přínos je možné považovat provedení analýzy rychlostního pole v úplavu.

Praktický přínos disertační práce

V práci jsou prezentované výsledky nových experimentů provedených metodami PIV a HWA. Výsledky jsou převážně prezentovány ve formě proudnic nebo vektorových polí (černobíle). Rychlostní profily jsou rovněž prezentovány ve formě grafů. Bohužel experimenty, tak jak jsou popsány v této práci, nejsou opakovatelné (chybí detailní popis nastavení experimentu).

Autorka na základě provedených experimentů identifikovala portálový vír v úplavu za hyperboloidem.

Vhodnost použitých metod řešení

Použití PIV v kombinaci s HWA je v případě výzkumu charakteru proudění správné a je dnes považováno za standardní. V odborné literatuře se ale často zmiňuje nevhodnost nebo minimálně

problematičnost použití 2D metod pro identifikaci 3D struktur v úplavu. Přesto se domnívám, že správně zvolený přístup může vést k výsledku, i při použití 2D metod.

V disertační práci je nedostatečně popsán postup měření. Autorka se snaží veškeré informace udávat v bezrozměrných parametrech, pro posouzení vhodnosti použitých experimentálních metod je ale nutné znát i fyzické rozměry modelu. V případě vyhodnocení výsledků se oponentka domnívá, že vyhodnocení na základě časově středovaného rychlostního pole (kdy nejsou jasně uvedeny parametry jako např. vzorkovací frekvence, doba záznamu) je nevhodné. Za vhodnější považuje oponentka použít analýzu vířivosti (a tomu uzpůsobit postup při sběru dat) nebo fázové průměrování (po překonání významných obtíží se synchronizací).

Způsob, jakým byly použité metody aplikovány

V disertační práci je nedostatečně popsán experiment. Rozsah použitých Re je uveden pouze v abstraktu, výsledky měření metodou PIV jsou udávány bez měřítka a jsou velmi nejasné. Není proto možné hodnotit správnost výsledků. Použité experimentální metody, jejich nastavení a případné chyby měření nejsou v práci popsány vůbec. Je proto obtížné určit, jakým způsobem byly metody aplikovány. Není uveden postup kalibrace, není uvedena vzorkovací frekvence (je uvedena pouze frekvence laseru), není jasně uvedeno, z jakého množství dat jsou výsledky průměrovány.

Z práce je však patrné, že autorka neřešila problémy, které vznikly v průběhu práce. Omezila se pouze na strohé konstatování, proč některé výsledky nebyly naměřeny, proč jsou špatně vyhodnoceny, popřípadě, proč jsou nepřesné. Oponentka se domnívá, že cílem experimentální disertační práce by mělo být právě řešení problémů, které možná přesahují základní nastavení systému.

Oponentka výše uvedené dva odstavce vytýkala již při první verzi disertační práce v posudku ze dne 28.3.2019.

Prokázání odpovídajících znalostí v oboru

Autorka v práci prokázala některé znalosti v oblasti experimentální mechaniky tekutin. Autorka ukazuje, že dokáže připravit experiment a provést měření metodou PIV. O některých autorčiných tvrzeních je ale možné polemizovat, např. tvrzení, že stereo PIV „spočívá v proměření dvou rovin...“ – toto není pravda, měří se jedna rovina pomocí dvou kamer z různého úhlu pohledu.

Formální úroveň práce

Práce je psaná v českém jazyce. Oponentka dostala k posouzení tištěnou verzi práce.

Práce obsahuje velké množství překlepů (některé skutečně znesnadňují pochopení smyslu slova (např. 12ritéria12ckou, 5rit, ...), chybějící slova ve větách (které pak znesnadňují čtení textu a pochopení jeho smyslu), patrně chybějící části textů a množství typografických chyb. Většina obrázků (převzaté či vlastní) mají malé rozlišení a nejsou čitelné, což představuje problém právě u výsledků autorky. Grafická úroveň grafů či tabulek je rovněž nízká. Nedostatkem je absence popisů os, stupnic a rozměrů na některých obrázcích.

Práce je však v porovnání se standardním rozsahem dizertace velmi krátká. Vlastní práce má rozsah 60 stran, z nichž cca 25 stran představují buď prázdné listy (resp. popsané pár řádky), nebo vložené obrázky, z nichž některé by mohly být přílohou nebo menšího rozměru.

Závěr

Disertační práce se věnuje aktuálnímu problému. Experimentální identifikace vírových struktur v úplavu je extrémně složitý problém i v případě jednoduchých geometrií (např. válec

konečných rozměrů). Tím náročnější je hledání takových struktur v případě obtékání geometrie tvaru hyperboloidu.

Z výsledků, jak jsou prezentovány v práci, je patrné, že autorka dosáhla limitů použité experimentální metody. I přes jisté úsilí nebyly tyto limity překonány.

Disertační práce obsahuje výsledky původních experimentů autorky. Jako významné přínosy a nedostatky je možné uvést následující.

Přínos disertační práce:

- Přínos disertační práce je v provedeném experimentu a jeho vyhodnocení, kdy je kombinována metoda CTA a PIV s analýzou POD.

Závažné nedostatky práce jsou zejména:

- chybějící popis experimentálního zařízení a parametrů vlastních experimentů. Není tak možné oponovat správnost získaných výsledků,
- nejasná metodika zpracování výsledků,
- nepřehledné výsledky prezentované ve formě proudnic, či černobílých obrázků vektorů, které znemožňují objektivní posouzení správnosti,
- chybějící analýza chyb a nejistoty měření,
- chybějící kritické zhodnocení výsledků práce s ohledem na očekávání nebo práci jiných autorů
- špatná interpretace principu metody Stereo-PIV.

Hodnocení

Předložená disertační práce Ing. Veroniky Barraclough „Portálový vír v úplavu hyperboloidního modelu“ obsahuje celou řadu závažných chyb a nedostatků, kterých by se měl autor práce na úrovni disertace vyvarovat. Oponentku mrzí, že některé věci, které byly vytknuty v posudku původní dizertační práce, nebyly v této verzi práce zpracovány.

Oponentka doufá, že i přes výše uvedené nedostatky, dokáže Ing. Veronika Barraclough při obhajobě přesvědčit komisi o odborné úrovni předložené práce.

Doporučuji disertační práci Ing. Veroniky Barraclough k obhajobě před komisí.

doc. Ing. Petra Dančová, Ph.D.

Dotazy k práci:

1. Je možné z výsledků Vašeho měření metodou PIV, tak jak bylo provedeno, získat 3D data? Pokud ano, jak? Pokud ne, proč?
2. Na základě čeho (jakých parametrů) jste určila měřenou oblast? Rozeberte představu o vývoji portálového víru za špatně obtékaným tělesem konečných rozměrů. Zamyslete se nad vlivem velikosti Reynoldsova čísla. Zamyslete se nad stabilitou takového víru.