

Posudek doktorské disertační práce

Název práce: Vliv syntetizovaného paprsku na proudění v rozeviratelném difuzoru

Disertant: Ing. Kamil Sedlák

Obsah práce

Předkládaná doktorská disertační práce se zabývá experimentálním výzkumem proudění v rovinném difuzoru a možnostmi jeho ovlivnění syntetizovaným paprskem.

Práce je členěna do logických kapitol.

V první kapitole „Použité označení“ je uveden seznam všech (téměř) označení použitých v práci.

V kapitolách „Úvod“ a „Difuzory“ jsou potom uvedeny základní informace o proudění v difuzorech, metodika výpočtu ztrát a dále je naznačena problematika odtržení mezní vrstvy. Dále je zde uveden popis modelu difuzoru, na kterém bylo prováděno měření a také výsledky srovnávacích měření bez použití řízení mezní vrstvy. Jsou také popsány použité experimentální metody. Jedná se o tlaková měření, měření žhaveným drátkem a aplikaci metody PIV.

Kapitola „Aktivní metody řízení mezní vrstvy“ je téměř výhradně věnována popisu a experimentálnímu výzkumu syntetizovaného paprsku, alternativní metody řízení mezní vrstvy jsou zmíněny. Je uveden návrh generátoru syntetizovaného paprsku, který byl použit pro zástavbu do difuzoru. Vyrobený generátor syntetizovaného paprsku je podroben detailní analýze po stránce elektrické i mechanické. Dále jsou v této kapitole uvedeny podrobné výsledky měření proudění, které bylo vytvořeno generátorem syntetizovaného paprsku. Je provedena analýza vlastností generátoru před jeho zástavbou do difuzoru, zejména potom charakteristiky proudového pole vytvořeného generátorem při různých režimech napájení. V této části práce se jedná o proudění bez vlivu mezní vrstvy v difuzoru, syntetizovaný paprsek je tedy vyfukován do klidného prostředí.

Kapitola „Řízení mezní vrstvy v difuzoru“ představuje hlavní část práce. Jsou zde popsány experimenty v difuzoru za přítomnosti syntetizovaného paprsku pracujícího v různých režimech. Kapitola je rozčleněna podle použitých experimentálních metod. Postupně jsou uvedeny výsledky pneumatických měření, optických měření a měření žhaveným čidlem. Nakonec jsou uvedeny výsledky získané vizualizací proudění.

Poslední kapitola „Závěr“ představuje shrnutí dosažených výsledků.

Význam pro obor

Proudění v oblasti koncového stupně turbíny je jedním z určujících faktorů pro účinnost celého stroje, z této skutečnosti vyplývá důležitost výzkumu tohoto proudění. Toto platí z velké části o proudění v difuzoru na výstupu z posledního stupně turbíny. Ovlivnění proudění v difuzoru je jednou z mála možností zvýšení účinnosti turbíny jako celku. Z tohoto hlediska považuji zvolené téma za velmi významné.

Je však nutno konstatovat, že problematika řízení odtržení mezní vrstvy je velmi aktuální i v obecné rovině v kontextu mechaniky tekutin. Na tomto problému pracuje v současnosti ve světě celá řada špičkových akademických pracovišť. Fyzikální mechanismy řízení odtržení mezní vrstvy nestacionálními prostředky nejsou zcela pochopeny i když je známo, že fungují velmi dobře a spolehlivě. Každá nová studie, zejména taková, která přináší originální experimentální data, je velmi cenná pro pokrok poznání v této oblasti.

Předkládanou práci považuji v oboru turbinářství za průkopnickou, jednu z prvních v ČR, ve světě takovýchto prací, podle mých znalostí, také není mnoho.

Postup řešení, použité metody, splnění vytčeného cíle

Práce má logickou stavbu, obsahuje teoretický rozbor metod, popis zkoumaného případu a výsledky.

Při provádění experimentů byly využity všechny metody, které jsou na ZČU k dispozici. Zvolené metody zcela vyhovují danému účelu. Použití všech uvažovaných experimentálních metod považuji za logickou a správnou cestu ke získání požadovaných informací. Z výsledků uvedených v práci je zřejmé, že disertant bravurně zvládl všechny použité experimentální metody.

Použití nasávané trati nevidím pro tuto úlohu jako optimální, logičtější by bylo použití výtlačné trati. Tato volba byla zřejmě ovlivněna ryze pragmatickými důvody – dostupností použité trati. Tato situace byla spojena se složitějším řešením měřicího zařízení – nutností druhého difuzoru, problémy s traversováním a některé nejistoty, které se týkají okrajových podmínek na vstupu a výstupu z difuzoru (viz dotazy). Celkově však znamenala dodatečnou práci pro disertanta.

Domnívám se, že cíle disertace byly splněny. I když musím poznamenat, že tyto cíle nejsou v úvodu práce zcela jasně a jednoznačně formulovány.

Význam výsledků, přínos disertanta.

Výsledky předkládané práce jednoznačně ukazují, že existuje značná rezerva ve zvyšování účinnosti difuzorů s konstrukcí typickou při aplikaci na výstupu parních turbín. V práci je také ukázána cesta, jak lze zvýšení účinnosti dosáhnout. Tento hlavní výsledek by měl být motivací pro navazující aplikovaný výzkum na návrh řešení zvyšujících účinnost konkrétních difuzorů na turbínách. Toto považuji za hlavní přínos předkládané práce i disertanta.

Formální stránka práce

Po formální stránce je práce na dobré úrovni, také kvalita obrázků je dobrá. Práce je přehledná, množství překlepů a nespisovných výrazů je minimální, nesnižuje srozumitelnost práce.

Členění práce je vcelku systematické. Některé podkapitoly kapitoly „Difuzory“ by měly být, podle mého názoru, zařazeny do chybějící samostatné kapitoly „Metodika měření a vyhodnocení“ (např. „Identifikace vírů“). Omylem jsou uvedena čísla kapitol 1 a 2 dvakrát.

Publikace disertanta

Seznam publikací, kterých je disertant autorem či spoluautorem, je velmi obsáhlý. Z názvů publikací je zřejmé, že objem práce, kterou disertant v této oblasti vykonal je o mnoho větší, než je uvedeno v samotné disertaci. Většina publikací se týká experimentálního nebo matematického vyšetřování proudění v turbostrojích se zvláštním zřetelem na jejich výstupní část. Seznam přijatých funkčních vzorů ukazuje, že disertant nejen prováděl vlastní experimenty a analýzy, ale významným způsobem se podílel i na přípravě těchto experimentů, návrhu a výrobě experimentálního zařízení.

Závěr

Disertant odvedl v rámci disertace velký kus práce. Vyřešení tak složitého problému jako je proudění v difuzorech a jeho řízení je velice náročným úkolem, na kterém pracují týmy odborníků na celém světě již dlouhou řadu let. Jedná se o jeden z „klasických“ problémů dynamiky tekutin. Nelze tedy očekávat, že problém bude zcela vyřešen v rámci jedné disertační práce. Předkládaná práce představuje významný příspěvek ke konečnému řešení této problematiky.

Disertant prokázal dobrou orientaci v oblasti návrhu, přípravy i provádění experimentů v oblasti mechaniky tekutin a také schopnost aplikovat získané znalosti na řešení konkrétního případu.

Předkládaná práce podle mého názoru splňuje požadavky dle zákona č.111/1998 Sb. §47. Práci proto doporučuji k obhajobě.

Poznámky

- Str.23 – Pro stabilitu mezní vrstvy jsou rozhodující její parametry v oblasti před odtržením. Jedná se nejen o tlakové poměry, ale také o parametry vlastní mezní vrstvy – její tloušťku a strukturu (laminární nebo turbulentní). Toto není v práci dostatečně zohledněno.
- Str.25 – není patrný rozdíl mezi pojmy „vír“ a „koherentní struktura“.
- Str.29, vztah (40) – veličina s se česky nazývá „směrodatná odchylka“.
- Str.33, Obr.14 – Výstupní rychlostní profily při vybraných režimech provozu ventilátoru – bylo by třeba ověřit, zda nedochází ke zpětnému proudění v oblasti odtržení. Pokud ano, potom měření HW dává zkreslené výsledky.

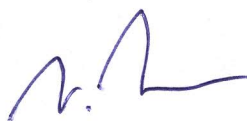
- Str.32, obr.13 – Rychlostní profil, resp. mezní vrstva, v ústí difuzoru – deficit rychlosti uprostřed kanálu souvisí s deficitem statického tlaku, který vzniká vlivem připojeného pomocného difuzoru. Bylo by vhodné uvést průběh rozložení statického tlaku.
- Str.34, vztah (49) je zmatečný.
- Str.34, Obr. 16 – vysvětlit původ vysoké úrovně fluktuací rychlosti.
- Str.41, vztah (53) – rozdíl mezi Ω a ω není uveden.
- Str.43, Obr. 28 – 1. mód je blízký střední hodnotě. Nebyla tedy odečtena? (měla by být)
- Str.44 – aktivní metody řízení, kde jsou pasivní?
- Str.46 – jaká je výhoda nulového středního toku tryskou syntetizovaného paprsku?
- Str.48, vztah (62) – bezrozměrná frekvence není správně – má rozměr $[m^2/s]$
- Str.54 – NI CA-1000 je konektorový blok, A/D převodník není uveden.
- Str.56, Obr.44 – je to klasický Bodeho graf (přenosová funkce)?
- Str.72, Obr.69 – prostorový vývoj syntetizovaného paprsku v rovině (xy) v čase $t/T=0,39$ – zajímavé, mnohem zajímavější by byl průměr přes periodu. Obr.70 je pro stejnou fázi či průměr?
- Str.75, Obr.73 – pokud je měření provedeno uprostřed štěrbin, není zde fyzikální důvod pro nenulovou složku rychlosti podél štěrbin. Jedná se buďto o parazitní jev nebo (spíše) o chybu vyhodnocovací procedury.
- Str.83 – analýza byla prováděna pro složky rychlosti v rovině (xy), definice (70-74) by měly být příslušným způsobem upraveny.
- Str.85, Obr.85 vlevo – zdá se že v čase 0,3-0,5 se vír pohybuje proti hlavnímu proudu, můžete komentovat?
- Str.87 – jednostranně rozevřený rovinný difuzor – chybí ověření, zda je mezní vrstva přilnutá k přímé (horní) stěně, zejména v případě separační bubliny na šikmé (sledované) stěně – např. obr.86. To by potom nepříznivě ovlivnilo celkové ztráty v difuzoru.
- Str.89, Obr.91 – definice normované vzdálenosti? Anomálie HW profilů: porovnat s PIV.
- Str.90, Obr.92 – definice momentů? Jednotky neodpovídají vztahům (42,43). Pro který signál?
- Str.91, Obr.94 – spektra měla být v log-log souřadnicích aby bylo něco vidět.
- Str.92 – vznik separační bubliny souvisí s přechodem volné smykové vrstvy do turbulence.
- Str.92 – nátěrová metoda je použitelná pouze pro vyšší rychlosti (20m/s a více).

Dotazy

- Jaká je kvalita mezní vrstvy na vstupu do difuzoru – je laminární či turbulentní?
- Jaký je původ fluktuací v proudění ve vstupní části difuzoru?
- Specifikujte vlastnosti mezní vrstvy na přímé stěně (protilehlé k šikmému povrchu s řízenou mezní vrstvou) v jednotlivých režimech.
- Bylo ověřováno proudění v pomocném difuzoru? (položka 4 na obr.11) Pokud zde nastane nestacionární odtržení, dojde k ovlivnění proudění v celém zařízení vlivem tlakových pulzací.

V Praze dne 7.8.2013

Doc.Ing. Václav Uruba, CSc.



Ústav termomechaniky AV ČR, v.v.i.

Západočeská univerzita v Plzni

Doručeno: 01.08.2013

ZCU 025005/2013

listy:9

přílohy:

druh:



zcupes06d536

prof. Ing. Mária Čarnogurská, CSc.

Strojnícka fakulta

Vysokoškolská 4

040 22 Košice

OPONENTSKÝ POSUDOK

dizertačnej práce

Autor: **Ing. Kamil SEDLÁK**

Názov: **Vliv syntetizovaného paprsku na proudění v rozevratelném difúzor**

Posudok na dizertačnú prácu bol vypracovaný na základe listu č. DFST/SO/40/K-13 zo dňa 9. 7. 2013. Práca, celkom na 115 stranách, obsahuje zoznam obrázkov, tabuliek, použitých označení, 66 literárnych odkazov, zoznam 25 vlastných publikácií, 18 vlastných technických správ, 6 funkčných vzorov a prílohu.

1. Zhodnotenie významu pre odbor

Význam riešenia prúdových a tlakových pomerov v difúzoroch je z pohľadu možného ovplyvňovania vznikajúcich strát na energiu prúdiaceho média nesporný. Z dôvodu zamedzenia negatívneho vplyvu zle pracujúceho difúzora na nadväzujúce zariadenia má riešená problematika v reálnych zariadeniach svoj význam.

Možnosť ovplyvňovať vznikajúcu medznú vrstvu v difúzore jej aktívnym riadením, a to využitím syntetizovaného paprška, má v technickej praxi opodstatnenie, preto prácu, a výsledky uvedené v nej, považujem pre odbor energetické stroje a zariadenia za významné.

2. Postup riešenia, použité metódy, splnenie cieľ'a

Metodika postupu riešenia danej problematiky, aplikovaná v dizertačnej práci, zabezpečila doktorandovi dosiahnutie relevantných výstupov, ktoré možno považovať za pôvodné. Zvolené metódy riešenia použité v práci považujem za správne a pre danú oblasť za vhodné. Doktorand sa v riešenej problematike orientuje výborne. Má dostatok informácií o možnom využití syntetizovaného paprška pri skúmaní medznej vrstvy v celosvetovom meradle, ktoré patrične využíva aj pri riešení dizertačnej práce. Oceňujem multidisciplinárny postoj dizertanta k riešenej problematike a vyzdvihujem jeho znalosti tak z oblasti konštrukcie energetických stojov ako aj mechaniky tekutín, experimentálnych metód a elektrotechniky.

Ciele dizertačnej práce sú postavené s ohľadom na trend vo vývoji využitia syntetizovaného paprška. Je na škodu, že tieto ciele nie sú explicitne vyjadrené v samostatnej kapitole s jasným členením tak, ako sú v závere uvedené výsledky získané z riešenia práce.

3. Stanovisko k výsledkom dizertácie a prínosu dizertanta

Dizertantovi sa podarilo získať výsledky, ktoré majú pre daný typ difúzora a dané pracovné podmienky praktický dosah. Okrem poznania vstupného a výstupného rýchlostného profilu bol získaný priebeh gradientu statického tlaku, hrúbka medznej vrstvy, bola získaná trendová závislosť stratového súčiniteľa na budiacej frekvencii pre základný režim práce difúzora. Týmto výsledkom predchádzal rozsiahly výskum prenosovej charakteristiky operačného zosilovača, i celého systému, a rozbor rýchlostného poľa generovaného generátorom syntetizovaného paprška. Dizertant veľmi kvalifikovane hodnotí získané výstupy rýchlostných profilov z difúzora pri buzení medznej vrstvy a tiež konvekciu generovaných vírov hlavným prúdom. V závere práce predstavil a hodnotí realizovaný experiment s vizualizáciou prúdenia pomocou nití, ktorý poskytuje vplyv syntetizujúceho paprška na celkový obraz prúdenia.

4. Formálna stránka spracovania

Po formálnej stránke je práca spracovaná veľmi prehľadne, má logickú štruktúru, je na vysokej estetickú úrovni, dobre sa v orientuje. Z drobných formálnych nedostatkov uvediem aspoň niektoré:

- zmätočné číslovanie kapitol v Obsahu a následne i v práci,
- nie je uvedený zdroj, odkiaľ boli preberané vzťahy v kap. „Difúzory“,
- ako sa zakomponoval do vzťahu (19) teoretický hmotnostný tok,
- čo predstavuje v rovnici (22) označenie „ n “,
- ako boli získané vzťahy (50) a (51),
- v schéme na obr. 17 chýba označenie jednotlivých komponentov,
- v popise obr. 20 namiesto c_p má byť C_p ,
- str. 37 – je nevysvetlené C_μ (je to až na str. 79),
- str. 47 – pri definovaní periódy neplatí slovo „zrejme“ - je to tak,
- str. 76 – chýba č. obrázku a jeho popis,
- str. 82 – rovnaký obr. 82, ako je obr. 23,
- obr. 95 – nie je vidno rozdiel v systéme budenia medznej vrstvy; ľavý a pravý obrázok sú skoro identické,

5. Publikačná činnosť dizertanta

Publikačnú činnosť doktoranda považujem za nadštandardnú. Viaceré publikované výstupy odzneli na konferenciách a dizertant je odbornej verejnosti známy.

6. Otázky do diskusie

1. Čo bolo hlavným dôvodom na experimentálny výskum a sledovanie medznej vrstvy u riešeného typu difúzora; kde všade v reálnej prevádzke sa s ním možno stretnúť; aké sú známe nedostatky sprevádzajúce prevádzkovanie takéhoto typu difúzora.
2. Na základe čoho možno usúdiť (str. 74), že v obr. 71 „je v poslednej oblasti bezrozmerného času (0,8 až 1,0) spomalená konvekcia vírov v kludnom prostredí“?
3. Prečo bol v obr. 81 zvolený polynóm n -tého rádu na popis trendu stratového súčiniteľa? Nebolo by vhodnejšie zvoliť inú trendovú spojnicu a vyjadriť ju aj matematicky?

4. Čo bolo pri riešení práce najviac problematické a čo je podľa Vášho názoru nevyhnutné ďalej skúmať, aby v oblasti reálnej prevádzky difúzorov pracovali tieto zariadenia s maximálnou účinnosťou?

8. Závorečné zhodnotenie

Ing. Kamil Sedlák vypracoval dizertačnú prácu, ktorá je odrazom jeho kvalitnej prípravy na riešenie vedeckého problému, svedčí o jeho odbornej zrelosti, o schopnosti analyzovať problém, navrhnúť spôsob riešenia, riešenie zrealizovať a vysloviť adekvátne a kvalifikovane závery.

Na základe posúdenia predloženej dizertačnej práce môžem jednoznačne konštatovať, že práca spĺňa vedeckú i odbornú úroveň požadovanú zákonom č. 111/98 Sb. o vysokých školách. Odporúčam obhajobu dizertačnej práce pred príslušnou komisiou na Fakulte strojní ZČU v Plzni a súhlasím, aby Ing. Kamilovi Sedlákovi, v prípade úspešnej obhajoby, bol udelený titul

„philosophiae doctor“.



V Košiciach 20. 7. 2013

Ing. Ladislav Tajč, CSc.
Specialista a konzultant v oboru parní turbíny
Macháčkova 48, 318 00 Plzeň

Oponentní posudek disertační práce

Název práce: **Vliv syntetizovaného paprsku na proudění v rozevratelném difuzoru**

Autor: Ing. Kamil Sedlák

Obor: P2301 Strojní inženýrství

Program: 2302V013 Stavba energetických strojů a zařízení

K posouzení byla předložena disertační práce v rozsahu 114 stran s obrázky a diagramy. V práci je uvedeno 67 odkazů na literaturu. Disertant je autorem či spoluautorem 25 příspěvků na konferencích, podílel se na vzniku 18 technických zpráv a 6 funkčních vzorků.

Předložená disertační práce se zabývá zkoumáním vlivu syntetizovaného paprsku na řízení mezní vrstvy v rovinném difuzoru. Veškeré poznatky jsou zpracovány na základě experimentů. Bylo využito tří nezávislých experimentálních metod, které umožnily co nejlépe postihnout danou problematiku. Vedle standardních a osvědčených způsobů měření pomocí pneumatických sond se zde uplatnily možnosti optických přístupů pomocí PIV doplněné a bodová měření pomocí drátkové anemometrie.

Práce je rozdělena do tří oddílů. První z nich je zaměřena na klasifikaci různých typů difuzorů a způsobů vyhodnocení vzniklých ztrát. Popisuje se rovinný difuzor s úhlem rozevření stěn $21,5^\circ$ a stupněm rozšíření 5,1, který byl využit k experimentům. Uvádějí se základní charakteristické informace o aerodynamických parametrech sledovaného difuzoru, jako jsou vstupní a výstupní rychlostní profily, průběhy ztrátových součinitelů a přírůstky tlaku při různých provozních režimech aerodynamického tunelu. Popisuje se měření pomocí PIV aparatury a předkládá se rozložení podélné rychlosti v difuzoru včetně informace o průběhu místa nulové rychlosti.

Druhý oddíl disertační práce se týká aktivních metod řízení mezní vrstvy. Detailně se zpracovává použití syntetizovaného paprsku. Podstatná část tohoto oddílu je zaměřena na vývoj generátoru syntetizovaného paprsku, jeho příslušných testů a stanovení provozních frekvencí paprsku a potřebného budicího napětí. Výsledkem práce jsou detailní poznatky o průběhu efektivní rychlosti syntetizovaného paprsku pro vybrané frekvence, znalosti o průběhu rychlosti v různých vzdálenostech od výstupní štěrbiny i precizní zpracování vektorových polí paprsku v celém průběhu periody.

Poslední oddíl dizertace je zaměřen na řízení mezní vrstvy v difuzoru. Pomocí všech popisovaných experimentálních metod se podařilo prokázat, že při aplikaci syntetizovaného paprsku lze výrazným způsobem ovlivnit rychlostní pole v difuzoru, odstranit nebo potlačit vznik odtržení mezní vrstvy od stěny. Výsledkem je výrazné snížení hodnoty ztrátového součinitele.

Souhrnné posouzení disertační práce

a) Hodnocení významu pro obor

Téma disertační práce je vysoce aktuální. Nabízí např. způsob snížení ztrát ve výstupních hrdlech parních turbín s velkým rozevřením. S rostoucím výkonem turbín se zpřísňují kritéria na dynamická namáhání rotoru spojené s omezením ložiskové vzdálenosti. To se projevuje potřebou zkrácení výstupního difuzoru. Výsledky práce mohou najít uplatnění i mimo oblast parních turbín. Vždy se vyplatí získat, za cenu minimálních energetických vstupů, výraznější úsporu na celkových energetických a materiálových nákladech. Nabízí se způsob aktivního ovlivňování ztrát v různých oblastech mechaniky tekutin.

b) Postup řešení

Jedná se o průkopnické práce zaměřené na ovlivňování proudění v difuzorech pomocí syntetizovaného paprsku a realizované na půdě Západočeské univerzity v Plzni. Veškeré pracovní a metodické postupy vznikly z potřeby vytvořit funkční zařízení, zmapovat a zaznamenat veškeré informace o kvalitě nového experimentálního systému. Získaly se unikátní podklady o vlastnostech syntetizovaného paprsku, o rozložení rychlostního profilu v jednotlivých fázích periody a o vlivech budícího napětí na tvorbu mezní vrstvy na stěně difuzoru. Informace jsou nutné zejména pro zpřesnění okrajových podmínek při předpokládané numerické simulaci. V konečné fázi je nutné znát i souvislost mezi aerodynamickými parametry syntetizovaného paprsku a výslednou hodnotou ztrátového součinitele difuzoru. Postup řešení je důsledný, vychází z dostupných podkladů o proudění v difuzorech. Teprve po komplexním zpracování poznatků o vlastním syntetizovaném paprsku lze přistoupit k posouzení jeho vlivu o dopadech na proudění v samotném difuzoru.

c) Výsledky disertace a přínos disertanta

Výrazným výsledkem práce disertanta je prokázání vlivu syntetizovaného paprsku na kvalitu proudění v difuzorech s velkým rozšířením a na snížení hodnoty ztrátového součinitele. Disertant prokázal schopnost pracovat s novými náměty, vytvořit potřebné experimentální zařízení, zvládnout metodiku měření různých přístupů a sladit dílčí poznatky z jednotlivých metod do souhrnného hodnocení. Vytvořil solidní základ pro pokračování výzkumných prací pro širší škálu výstupních úhlů a rozšíření difuzorů a pro aplikaci CFD metod. Velmi cenné je prokázání snížení hodnoty ztrátového součinitele až o 13 %.

d) Dotazy, připomínky a náměty do diskuze

- Přehled režimů práce v podzvukovém difuzoru podle obr. 3 neodpovídá průběhu s konstantním rozšířením difuzoru a stejnou výstupní rychlostí. Jedná se o ilustrativní zobrazení bez vlivu na zpracovávanou tematiku.
- Není jasná definice ztrátového součinitele uvedeného na obr. 19.
- Jak lze vysvětlit nesoulad mezi průběhem tlaku na obr. 21, kde je patrná expanze i za hradlem difuzoru a místem výskytu nulové rychlosti na obr. 25?
- Jak je definována normovaná rychlost na obr. 13, 14 a 91?

- Kvalita provedení difuzoru se může hodnotit různými kritérii. Doktorand se rozhodl pro uplatnění ztrátového součinitele ζ_c , který zahrnuje i ztrátu výstupní rychlostí. Tento přístup je použitelný u výstupních hrdel turbín, kde se již energie výstupního proudu nedá využít. V obecných případech, při různém rozevření difuzoru však toto kritérium nedává jasnou představu o kvalitě konstrukce a provozu difuzoru. Pro tyto aplikace by bylo vhodnější zvolit jiné kritérium pro vyjádření ztrát.
- Pro praktické účely je nutné znát způsob přenosu poznatků z modelu na dílo. Jaká kritéria je třeba v tomto případě posuzovat, je nutné znát i drsnost povrchu stěny difuzoru?
- Syntetizovaný paprsek ovlivňuje vývoj mezní vrstvy na stěně difuzoru. Některé práce věnované ztrátám v difuzorech rozlišují ztrátu třením v mezní vrstvě a ztrátu vzniklou náhlým rozšířením difuzoru. Lze na základě dostupných informací posoudit změny ztrátových součinitelů pro ztráty třením a náhlým rozšířením?
- Co způsobuje pokles ztrátového součinitele při růstu vstupní a výstupní rychlosti proudu? Jedná se o vzájemné posouzení ztrát různých typů difuzorů s odlišnou geometrií a vstupních aerodynamických parametrů.

e) Publikace disertanta

Publikační činnost disertanta je velmi bohatá. Týká se nejen problematiky zpracované v disertační práci. Svědčí to o kvalitním a odpovědném přístupu doktoranda při zpracování vývojové a výzkumné činnosti. Bylo by žádoucí uplatnit hlavní poznatky z posuzované práce na některé renomované domácí nebo zahraniční konferenci.

f) Doporučení

Disertační práce Ing. Kamila Sedláka je kvalitně zpracovaná. Splňuje všechna kritéria kladená na výzkumné práce a metodické postupy. Případné připomínky se netýkají provedených experimentů a nemají přímou vazbu na formulované závěry. Hlavní přínosem disertace je vedle vlastní realizace zařízení na tvorbu syntetizovaného paprsku, proměření jeho parametrů a prokázání příznivého ovlivnění mezní vrstvy, které v konečném důsledku vede ke snížení hodnoty ztrátového součinitele. Práce je svým způsobem průkopnická a nabízí další možnosti a rozšíření výzkumných záměrů v tomto oboru. Doktorand má bohatou publikační činnost. Nemá problémy s prezentací svých poznatků na různých konferencích a seminářích.

**S přihlédnutím k výše uvedeným skutečnostem doporučuji disertační práci
Ing. Kamila Sedláka k obhajobě (dle zákona č. 111/1998 Sb. §47)**

V Plzni dne 5. 8. 2013

