

Doc. Ing. Jiří Polanský, Ph.D.
Prosincová 46
Plzeň 321 00

Posudek disertační práce
Ing. Zuzana Broučková
Synthetic and continuous jets impinging on a circular cylinder:
Flow field and heat transfer experimental study

K oponování byla předložena disertační práce Ing. Zuzany Broučkové o rozsahu 146 stran, včetně seznamu použité literatury a seznamu vlastních publikací. Práce je členěna do 6 kapitol.

Práce je věnována vlivu syntetického paprsku na obtékání válce z pohledu mechaniky tekutin i termomechaniky. Proud je realizován malou obdélníkovou tryskou o rozměrech pod 1 mm a vysokým poměr stran ($AR > 100$). Autorka se věnuje oběma variantám, jak syntetické, tak i kontinuální trysce. Úloha je studována z pohledu tekutinového mechanismu a přenosu tepla.

Dosažení stanovených cílů v disertační práci

Na základě publikovaných poznatků si autorka specifikovala cíle, jejichž dosažení demonstruje předloženou disertační prací. Doktorandka upravila existující výzkumné zařízení a následně je využila pro experimentální výzkum v následujících třech bodech:

- Analýza chování syntetické trysky z pohledu mechaniky tekutin, a to především popis chování paprsku obdélníkového tvaru s úzkou mezerou, pod 1mm a tomu odpovídající nízká Re .
- Analýza chování syntetického paprsku, který ovlivňuje proudění kolem vodorovného válce a to jak z pohledu mechaniky tekutin, tak z pohledu přenosu tepla. Srovnání syntetického a kontinuálního proudu založené na podobnostní hypotéze.
- Kvantifikace celkového konvektivního přenosu tepla z hlediska Nusseltova a Reynoldsova čísla, včetně návrhu korelační rovnice.

Rozbor současného stavu dané problematiky

V první kapitole nalezneme souhrn dosavadních poznatků ke kontinuálním i syntetickým paprskům. Kapitola začíná popisem volného proudu, jeho kategorizací podle zdrojů: hybnost x vztlak, podle vztahu vlastností jednotlivých prostředí: shodné x odlišné, interakce prostředí kapalina-plyn, vliv symetrie, přítomnost x nepřítomnost stěny atd. Následuje popis rovinného a prostorového paprsku včetně rozkladu na jednotlivé proudové oblasti.

Kapitola pokračuje popisem mikrotrysky a specifickým chováním proudu při velmi nízkých Reynoldsových číslech ($Re < 800$). Jsou zde popsány odlišnosti mikrotrysky od trysky běžných rozměrů. Dále je zde popsán syntetický paprsek jak z pohledu konstrukce aktuátoru, tak z pohledu teoretické mechaniky tekutin.

Následující kapitola se věnuje konvektivnímu přenosu tepla. Obsahuje klasický rozbor na nucenou a volnou konvekci, následovaný popisem použitých bezrozměrných čísel: Grashofovo, Nusseltovo a Prandtlovo. Následuje popis vlivu kontinuální trysky na přestup tepla na válcové ploše.

Teoretický a praktický přínos disertační práce

Autorka v úvodu objasňuje hlavní důvody a potenciál přínosů své disertační práce. Z hlediska základního výzkumu mechaniky tekutin lze konstatovat, že celá řada konkrétních témat již byla analyzována a publikována jako například konstrukce trysek, vliv impulzu proudu na přenos tepla z válců atd. Navzdory této skutečnosti není doposud pochopení všech fundamentálních mechanismů zcela jasně prokázané a téma tak bezesporu patří do skupiny základních problémů mechaniky tekutin. Autorka dále uvádí, že neexistuje ucelený publikovaný popis přenosu tepla z válce s vlivem syntetického trysku. S ohledem

na výzkum aplikace syntetického paprsku při chlazení rovinných ploch, se práce věnuje vlivu syntetického paprsku na ochlazení válcových ploch.

Z hlediska potenciálního využití syntetického paprsku lze říct, že v současné době již není aplikace syntetických paprsků pro chlazení jen výsadou laboratorních zařízení, ale existuje celá řada komerčních výrobků. U řady aplikací se jedná o chlazení objektů, které mají válcový tvar, například trubkovnice výměníků tepla, elektronické a optoelektronické prvky, optická vlákna, materiály a výrobky v potravinářském průmyslu a pod.

Předložená disertační práce přispívá jak k prohloubení teoretických znalostí, tak i k praktickému využití mechanismů přestupu tepla na válcových plochách s vlivem syntetického paprsku.

Vhodnost použitých metod řešení a způsob jejich aplikace

Cílů disertační práce bylo dosaženo volbou následujících metod:

- Pracovním médiem pro experiment byla zvolena voda. Pulzy byly generované piezoelektrickým prvkem. Výběr provozních parametrů piezoelektrických prvků závisí na ovládní rezonátoru, a proto byly pro potřeby práce upraveny frekvence a amplitudy generátoru.
- Pro vizualizaci proudu byly použity následující experimentální metody: laserem indukovaná fluorescence LIF, laserová anemometrie PIV, Laserová Doppler Vibrometrie LDV, měření teploty pomocí termočlánků a sond Pt100.
- Pokusy s přenosem tepla zahrnovaly měření konvektivního přenosu tepla založené na efektu Joule. Validace vycházela z reprezentativních referencí. Výsledky vedly k úpravám korelační rovnice pro průměrné Nusselt číslo.

Pokusům byla věnována adekvátní příprava a bylo využito analýzy dané problematiky, vhodných měřících metod a zpracování výsledků včetně srovnání s dostupnou literaturou.

Znalost doktoranda v oblasti řešení problematiky

Rozborem současného stavu problematiky syntetických paprsků a rozborem použitých experimentálních metod autorka jasně prokázala znalost dané problematiky, jak z hlediska mechaniky tekutin, tak z hlediska přestupu tepla.

Formální stránka zpracování disertační práce

Práce je sepsaná v anglickém jazyce a je v dobré grafické kvalitě. Celkový dojem poněkud kazí pouze to, že řada obrázků byla převzata z jiných zdrojů a tím pádem narušují jednotný grafický ráz práce.

Připomínky a dotazy

Z literatury i předložené práce je zřejmé, že při instalaci syntetického proudu za určitých konstrukčních a provozních parametrů, dojde k zintenzivnění přestupu tepla na válcové ploše. Pro hlubší pochopení praktického významu výsledků Vaší práce, demonstруйте na jednoduchém příkladu potenciál pro úsporu energie nebo rozměrů teplosměnné plochy při realizaci syntetického paprsku, ve srovnání s konvenčním provedením. Zohledněte i energetickou a konstrukční náročnost aktuátoru.

Závěrečné zhodnocení

Předložená disertační práce vyhovuje podmínkám stanovených pro doktorandské studium. Doktorandka Ing. Zuzana Broučková prokázala odbornou způsobilost, jak v oblasti mechaniky tekutin a termomechaniky, tak i v problematice experimentálního modelování. **Vytčené cíle považuji za splněné**

a doporučuji disertační práci Ing. Zuzany Broučkové k obhajobě.

V Plzni, 14.4.2018

Jiří Polanský