

ing. Rudolf Dvořák, DrSc.
Ústav termomechaniky AV ČR
Dolejškova 5
182 00 Praha 8

Posudek diplomové práce

Jana Kracíka

NÁVRH NADZVUKOVÉHO AERODYNAMICKÉHO TUNELU

Posuzovaná diplomová práce vznikla na strojní fakultě Technické univerzity v Liberci (studijní obor Aplikovaná mechanika) pod vedením doc.ing.Václava Dvořáka, PhD. Práce se zabývá návrhem nadzvukového aerodynamického tunelu s ejekčním pohonem a dle zadání měla obsahovat:

1. rešerši o nadzvukových tunelech a ejektorech,
2. návrh supersonického ejektoru podle koncepce vedoucího diplomové práce,
3. numerické ověření ejektoru s upravenou geometrií pomocí FLUENTu,
4. proměření charakteristik vyrobeného ejektoru pro různý počet trysek,
5. návrh měřicího prostoru pro výzkum rázových vln a ověření proudění v měřicím prostoru (numericky nebo experimentálně),
6. prezentaci výsledků a formulaci závěrů z měření a výpočtů.

Posuzovaná diplomová práce má 99 stran textu a 6 příloh, obsahujících především výkresovou dokumentaci a tabulky naměřených a vypočtených hodnot z měření ejektoru.

Hodnocení.

Práce má 8 kapitol, přičemž odstavce 2.1 až 2.7 druhé kapitoly se zadáním diplomové práce bezprostředně nespojují, autor jimi pouze dokumentuje zvládnutí teoretických předpokladů práce.

Samotné zadání v bodě 2. do značné míry vymezilo autorovi oblast zpracování celé problematiky, zejména značně omezilo rozsah a pojetí rešerše. Přesto se domnívám, že rešerše měla zahrnout i práce, které nevznikaly jenom na TU Liberec, ale které v minulosti vyústily v návrhy a realizace tzv. ejekčních aerodynamických tunelů. Mám zde na mysli zejména práce, které vznikaly v poválečných letech v National Physical Laboratory (NPL) v Teddingtonu u Londýna (viz např. citace v kap.XI, §8 knihy Howarth L., Ed., Modern developments in fluid dynamics. High speed flow, Vol.2, Oxford, 1953). Tyto ejekční aerodynamické tunely používají jiný typ ejektoru (tzv. šterbinový), s nímž lze docílit výrazně vyššího ejekčního poměru, než v navrhovaném uspořádání. U nás byla tato koncepce užita před 58 léty v ÚVS ČSAV (dnešní ÚT AVČR) při realizaci ejekčního aerodynamického tunelu na lopátkové mříže. Malý ejekční tunel, v němž vznikaly klasické snímky interakce rázové vlny a mezni vrstvy, popisuje např. Fage a Sargent, Proceed.Roy.Soc.London, ser.A, Vol.190, 1, 1947.

Návrh nadzvukového ejektoru (odst.3.2) vychází z ověřené koncepce na TU Liberec, i když se zde označuje jako nová koncepce. Diplomant uvádí, že jím navržené kruhové trysky by měly zajišťovat vyšší účinnost v porovnání s jednou šterbinovou tryskou po obvodě ejektoru. Bylo provedeno toto srovnání? V navrhovaném řešení je skryto i určité riziko aerodynamického ucpání nasávaného vzduchu proudy ejekčního vzduchu, nehledě na to, že sklonem trysek se ztrácí určitá využitelná hybnost ejekčního vzduchu. Ze zprávy není patrné jak je vytvořen přechod z obdélníkového průřezu měřicího prostoru šířky 80 mm na kruhový průřez o průměru 61.6 mm na vstupu do ejektoru.

Návrhu i proměření charakteristik ejektoru byla věnována v práci hlavní pozornost a diplomant tím splnil body 2,3,4 zadání diplomové práce a současně mohl na tomto úkolu prokázat své schopnosti. Z popisu experimentů v kap.6 není ale patrné, zda při měřeních byl na vstupu připojen měřicí prostor, nebo zda se proměřoval jenom samotný ejektor.


Poslední bod zadání diplomové práce se týkal měřicího prostoru. Zde byl diplomant nucen použít i výsledky prací svých předchůdců, přesto se domnívám, že měřicí prostor – jako nejdůležitější součást aerodynamického tunelu – zasluhuje pozornost. Vstup byl zvolen tak, že jeho tvar není monotonní křivkou, ale obsahuje část s konstantním průřezem, který není nijak opodstatněn. Rovněž není zřejmé, jak byla upravena vstupní hrana do měřicího prostoru na bočnicích. Případná kompenzace narůstající mezní vrstvy v měřicím prostoru je zřejmě řešena rozevřením stěn. Konstrukce měřicího prostoru to umožňuje jen za cenu toho, že se tím ovlivní i tvar vstupní supersonické dýzy, to znamená i kvalita vstupního proudu.

V 5. kapitole je i numerická simulace proudění v měřicím prostoru pro tři hodnoty Machova čísla. U nejnižší hodnoty ($M = 1.4$) se objevuje rázová vlna před měřicím prostorem, která vymizí až při vyšších hodnotách M . Bylo by vhodné, vyznačit předpokládané kritické průřezy celého aerodynamického tunelu a alespoň výpočtově doložit, že je lze nastavit tak, aby to umožňovalo dosažení předpokládaných supersonických rychlostí (otázka k obhajobě- dýza s více kritickými průřezy).

Diplomant odvedl velký kus práce na návrhu částí aerodynamického tunelu a na proměření jeho pohonné části. Očekával bych ale u práce, která (dle nadpisu) kompletuje všechny dílčí etapy návrhu určité kritické zhodnocení těch návrhů, které diplomant do své práce zahrnoval. V Závěru uvádí diplomant, že byla provedena i vizualizace proudění v měřicím prostoru, a tím i ověřen celý návrh a použitelnost celého zařízení. Je škoda, že výsledky tohoto měření nebyly do práce zahrnuty.

Práce je po grafické stránce dobře prezentována, jen některé formulace by si zasloužily drobnou redakční korekturu. Diplomant nicméně prokázal, že jeho znalosti a schopnosti plně odpovídají tomu, co bychom měli očekávat od absolventa strojí fakulty v oboru Aplikovaná mechanika a proto **doporučuji posuzovanou práci pana Jana Kracíka k obhajobě a hodnotím ji známkou velmi dobrou.**

V Praze, 7.června 2014


ing. Rudolf Dvořák, DrSc.