

**Doc. Ing. Josef Adamec, CSc.**

Ústav mechaniky tekutin a termodynamiky  
Fakulta strojní ČVUT v Praze

## **Posudek diplomové práce**

**Adam B L Á H A**

### **PRUŽNÉ MODELÝ CÉV PRO PIV MĚŘENÍ**

Posuzovaná diplomová práce má 66 stran a 3 přílohy zahrnující 26 stran. Textová část obsahuje 75 obrázků a 6 tabulek. Přiložený CD obsahuje text diplomové práce s přílohami a řadu fotografií, které ilustrují výrobu jednotlivých částí navrhovaného zařízení, zobrazují jednotlivé vyrobené modely a ukazují uspořádání trati pro vlastní měření metodou PIV.

Rychlý rozvoj biomechaniky, související s vývojem experimentální a výpočetní techniky, klade zvýšené nároky na výzkum v oblasti hemodynamiky. Jsou požadovány výsledky poskytující vodítka pro řešení konkrétních požadavků medicínské praxe. Výzkum se zaměřuje na proudění krve ve vybraných částech kardiiovaskulárního systému a přípravu experimentu, který umožňuje věrné modelování problému a získání věrohodných údajů nutných nejenom k verifikaci teoretických předpokladů, ale i k dalšímu klinickému ověření. Výzkum prováděný na našem ústavu dospěl od počátečních měření stacionárního proudění v tuhých trubiciích do stádia modelování nestacionárního proudění v pružných trubiciích. S ohledem na výše uvedené skutečnosti je možno konstatovat, že se předložená práce zabývá aktuální oblastí výzkumu a že téma diplomové práce bylo vhodně voleno.

Náplní diplomové práce je návrh metodiky a technologie výroby pružných modelů cév a ověřovací měření vzorků pomocí PIV.

Předložená práce je členěna do šesti kapitol. V prvních třech se autor zabývá medicínskými aspekty hemodynamického výzkumu a využitím optických metod PIV a LDA při měření rychlosti tekutiny.

Další dvě kapitoly tvoří jádro vlastní práce a zabývají se modely cév a jejich výrobou. Autor se rozhodl použít dvě metody výroby pružných modelů.

Pro metodu „odlívání do rotující formy“ navrhl a realizoval speciální přípravek. Výroba probíhala převážně technologií 3D tisku. Podklady pro jednotlivé součástky připravil autor v programu CAD. Metoda byla ověřena na výrobě čtyř modelů za různých podmínek. Bylo zjištěno, že výroba tímto způsobem je enormně časově náročná.

Pro potřeby diplomové práce byla jako vhodnější zvolena metoda „namáčení formy“. Bylo navrženo a realizováno zařízení na kterém bylo vyrobeno 6 modelů.

Šestá kapitola popisuje experimentální měření. Byly ověřeny optické vlastnosti materiálu modelů a sestavena měřicí trať pro PIV. Pro měření byly vybrány 2 ze šesti modelů zhotovených metodou namáčení formy. U každého byla provedena čtyři měření. Mimo stacionární režim byl uvažován nestacionární - sinový průběh s různou frekvencí a různým počtem pulzů. Každý pulz byl vyhodnocován v mnoha bodech, což obnáší veliké množství dat a tím i veliké množství práce.

Výsledky ověřovacích měření jsou prezentovány formou dvojic obrázků znázorňujících rychlostní pole a odpovídající průběh proudnic v měřených modelech. Jsou uvedeny v kapitole 7 a v Příloze I.

Příloha II představuje použití Sobelovy metody detekce hran při měření v modelu cévy.

V práci je také provedeno vyhodnocení pohybu stěny, které je pro měření v pružných modelech zásadní.

K diplomové práci mám tyto dotazy:

1. Uvažoval jste o zdokonalení zařízení a úpravě technologie pro výrobu modelů metodou odlévání do rotující formy s cílem zkrátit dobu výroby?
2. Při ověřovacím měření bylo získáno množství zajímavých dat. Jak si představujete jejich zpracování z hlediska hemodynamiky?

Předložená práce přesně splňuje požadavky kladené na diplomovou práci. Obsahuje stanovení cíle, rozbor problému, výběr metody řešení, inženýrský návrh zařízení a ověřovací měření. Grafická úroveň diplomové práce je výborná. V práci je řada názorných autorových obrázků a přínosem je také fotografická příloha. Diplomant prokázal znalosti z oblastí mechaniky tekutin i biomechaniky, schopnost samostatné inženýrské i výzkumné práce a schopnost výsledky získané při zpracování dané problematiky odpovídajícím způsobem zhodnotit a prezentovat.

Diplomovou práci hodnotím klasifikačním stupněm

**A ( v ý b o r n ě )**

Praha, 31. 8. 2017

Doc. Ing. Josef Adamec, CSc.