



Posudek disertační práce

Uchazeč Ing. Mikoláš Kesely

Název disertační práce Proudění neneutonských komplexních směsí v potrubí

Studijní obor Vodní hospodářství a vodní stavby

Školitel prof. Dr. Ing. Václav Matoušek

Oponent doc. Ing. Vladimír Havlík, CSc.

e-mail vladimir.havlik@sweco.cz

Aktuálnost tématu disertační práce

komentář: Aktuálnost zvolené problematiky považuji za nadprůměrnou. Systematickému výzkumu proudění komplexních směsí v potrubí se věnuje jen několik nejvýznamnějších vědeckých pracovišť na světě a stále je třeba považovat toto téma za výzkumné. Z tohoto pohledu je disertační práce v České republice unikátní a podle mého názoru vzbudí pozornost i u inženýrů z praxe, kteří se zabývají hydraulickým návrhem dopravy směsí v systému čerpadlo - potrubí.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Splnění cílů disertační práce

komentář: Hlavní tři cíle disertační práce tak, jak byly autorem definovány, byly podle mého názoru splněny. Šlo o 1/ Vytvoření predikčního modelu tlakových ztrát třením při turbulentním proudění komplexních směsí v potrubí, do jehož výpočtu nevstupují parametry, které v projektové fázi nejsou k dispozici, 2/ Prozkoumání vlivu pevných částic na přechod mezi laminárním prouděním a turbulentním prouděním v neneutonské nosné kapalině, 3/ Nalezení vhodného přístupu k určení kritické rychlosti, při níž dojde k tvorbě statického lože z hrubých částic na dně potrubí s neneutonskou nosnou kapalinou. U experimentálních laboratorních měření autor zformuloval řadu dalších dílčích cílů, které rovněž splnil.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Metody a postupy řešení

komentář: Autor disertační práce podle mého názoru zvolil kombinaci nejlepších metodických přístupů, které lze k výzkumu tak složitého hydrodynamického jevu, kterým je proudění komplexních směsí v potrubí s neneutonskou nosnou kapalinou, použít. Jde o teoretickou analýzu a modifikaci existujících predikčních modelů na jedné straně a o experimentální a reometrické měření v hydraulické laboratoři na straně druhé. Zatím není možné využívat 3D-CFD simulačních výpočtů, protože právě disertační práce tohoto typu musí nejprve poskytnout hodnověrné teoretické modely, které by bylo možné v CFD simulačních výpočtech využívat.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Výsledky disertace - konkrétní přínosy disertanta

komentář: Konkrétní přínosy disertanta spatřuji jak v oblasti originálních experimentálních výsledků, získaných v hydraulické laboratoři ČVUT v Praze, tak v modifikaci existujícího

tříkomponentního modelu Pullum et al.(2015). Konkrétně bych chtěl zmínit přínos v následujících částech řešení problému:

a) Navržení postupu určení kritického Re^* v závislosti na objemové koncentraci pevných částic X_s , včetně aproximovaných závislostí pro inženýrský výpočet. Součástí analýzy je i vliv velikosti hrubozrnných částic na změnu režimu proudění a doporučení vhodnosti dvouvrstvého modelu autorů Matoušek et al.(2015) k určení kritické rychlosti hrubých částic při tvorbě usazeného lože v neneutonské kapalině Hershel-Bulkleyova typu.

b) Zpřesnění poznání o vlivu modelových paramterů k_1 , k_2 a k_3 tříkomponentního modelu Pullum et al.(2015). U parametrů k_2 a k_3 autor prokázal, že nejde o konstanty. Navrhl jejich modifikaci a na základě experimentálních měření rovněž aproximaci pro jejich určení. Tímto postupem získal lepší shodu mezi predikovanými a naměřenými hodnotami výsledného gradientu tlaku.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Význam pro praxi a pro rozvoj vědního oboru

komentář: Význam disertační práce pro rozvoj vědního oboru spatřuji zejména v nových poznacích o konci laminárního proudění neneutonské nosné kapaliny a vlivu pevných částic na tento přechod režimu proudění, v postupu určení kritické rychlosti, při níž dojde k tvorbě statického lože z hrubých částic na dně potrubí a v predikci výsledných ztrát při turbulentním proudění komplexní směsi v potrubí. Na všechny výše uvedené výsledky lze při další výzkumné činnosti navázat. Dalším významným přínosem nejen pro vědní obor, ale rovněž pro inženýrskou praxi, je vytvoření nové databáze s originálními experimentálními hodnotami parametrů, které proudění komplexní směsi popisují. Oceňuji rovněž kritickou analýzu souborů měření ze dvou mezinárodních průmyslových databází CSIRO a GIW. A konečně je třeba ocenit důsledné oddělení kalibrace modifikovaného tříkomponentního modelu od jeho verifikace (validace). Výsledný interval shody mezi predikovanými a naměřenými hodnotami $\pm 10\%$ je z hlediska projekčního návrhu a s uvážením všech nejistot velice slibný.

Je správné, že disertant sám v závěru své práce doporučil, aby se případné navazující výzkumné programy věnovaly nejen monodisperzní modelové suspenzi skleněných kuliček a aby se zaměřily i na větší průměry potrubí, které se v průmyslové praxi hydrotransportu používají. Právě přenos predikčních výsledků z menších na větší průměry potrubí je v popředí zájmu průmyslových aplikací.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň

komentář: Formální úpravu disertační práce považuji za velice dobrou jen s několika formálními přeписy, např. v textu prvního řádku na str. 4 nahoře jsou veličiny y^* U/Y a veličina y^* není vysvětlena, ani není součástí použitého označení. Rov.2.4 na str. 8 - z tvaru, jak je rovnice napsána má jít zřejmě o Cassonův dvouparametrový model, nicméně takto uveden není správně. Pod rov. (2.26) na str. 21 vypadl u kr index r. Na str. 25 se v odst. 2.4.31 používá terminologické označení "asymetric suspension", vhodnější by bylo "asymetric flow pattern", viz 2.4.3.3. Domnívám se, že na obr. 2.13 na str. 27 měla být kromě O_w uvedena i hodnota O_b , viz též text pod rov. 2.36 na str. 28. Na str. 30 je odkaz na Fig.2.15, má být Fig.2.14. V rov.2.50 na str. 32 je parametr B, který je definovaný rov.2.52. Měl být rovněž uveden v seznamu označení. Na str. 55 je odkaz na Eqn.2.49 a má být Eqn.2.50. Vpravo od rov. 5.2 na str. 65 jsou netechnické znaky? V seznamu označení na str. 88 je použito označení: mean shear velocity. Proč je použito označení "mean", když definice třecí rychlosti je jednoznačná? V indexech u eq je přeпис (sacant?).

Jazykové zpracování v anglickém jazyce považuji za velmi dobré, i ze seznamu literatury je patrné, že se Ing. Kesely podílel jako spoluautor na několika významných publikacích v anglickém jazyce.

Několik výše uvedených formálních přeписů nikterak nesnižuje velice dobrou úroveň disertační práce, připomínky byly uvedeny pro případnou publikaci výsledků. Doporučuji, aby doktorand nové originální hlavní výsledky publikoval, i když z přiloženého seznamu publikací je zřejmé, že k publikování dílčích výsledků docházelo průběžně.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Připomínky

Sám autor disertační práce na str. 75 uvádí, že predikční model proudění nenenewtonských komplexních směsí je zatím převážně empirický. Podařilo se mu oddělit ty přístupy, jejichž předpoklady a následné porovnání predikovaných výsledků s databázemi naměřených hodnot nebyly použitelné. Autor ve své práci správně uváděl řadu argumentů a analýz. Rád bych se zeptal na jeho názor ohledně několika oblastí, které si stále vyžadují další teoretické analýzy a experimentální ověření.

1/ Konec laminárního režimu proudění: V teoretické části a v kap. 5.2 jste uvedl podrobné porovnání kritických Reynoldsových čísel podle 4 autorů a poukázal jste na poměrně značné rozdíly. Souhlasím s Vámi, když jste si nakonec vybral přístup prof. Slattera, $Reskr = 2100$. Jaká je hlavní výhoda jeho přístupu? Jaký je průběh V_{kr} podle Slattera při zvyšování průměru potrubí? Poznatky o vlivu velikosti částic byly v disertační práci uvedeny.

2/ Jaký je Váš názor na vliv velikosti jemných částic, resp. hydraulické drsnosti potrubí, na tlakový gradient $(dp/dx)_c$ pokud jde o nosnou nenenewtonskou kapalinu? Jaké předpoklady o této problematice obsahuje model Slattera? Jaké problémy byste při aplikaci, byť zjednodušené verze Vašeho modifikovaného modelu, očekával při proudění čistírenských kalů?

3/ Mohl byste kvalitativně definovat typy nejistot, se kterými by měl inženýr v průběhu celého inženýrského hydraulického výpočtu s využitím modifikovaného tříkomponentního modelu počítat? Mám na mysli laboratorní reometrické měření a vyhodnocení reologických parametrů, laboratorní měření ztrát třením na trubní lince, jak jste jej popsal v kap. 4, modelové parametry tříkomponentního modelu případně další. Jak byste postupoval při kvantifikaci jednotlivých typů nejistot?

Závěrečné zhodnocení disertace

Ing. Mikoláš Kesely splnil všechny cíle, které si pro svoji disertační práci vytkl. Hlavní přínosy spatřuji ve vytvoření nové originální databáze experimentálních laboratorních výsledků a v kritickém hodnocení dostupných experimentálních měření. A rovněž tak v modifikaci tříkomponentního modelu Pullum et al.(2015), která umožnila pro inženýrský hydraulický výpočet dosáhnout shody mezi predikovanými a naměřenými hodnotami celkového gradientu tlaku $\pm 10\%$ u všech třech použitých databází s vlivem jedné, dvou a tří rozdílných frakcí pevných částic.

Ing. Kesely podle mého názoru splnil všechny zákonné podmínky, aby mu po úspěšné obhajobě mohl být udělen titul Ph.D.

Doporučuji po úspěšné obhajobě disertační práce udělení titulu Ph.D. ano ne

Datum: 18.12.2020

Podpis oponenta: