Posudek disertační práce Ing.Alexandra Surého „Filtrace z nenewtonských kapalin"

Disertační práce Ing.A.Surého se zabývá zajímavou a na významu stoupající problematikou filtrace z nenewtoských kapalin. Úvodní část práce je věnována rešerši dosavadních poznatků z reologie, proudění vrstvami a z koláčové filtrace. V následující teoretické autor vychází z dosavadních poznatků a bohatých zkušeností získaných na školícím pracovišti při výzkumu proudění nenewtonských kaplin vrstvami částic. V experimentální části autor využívá špičkového vybavení pracoviště pro reometrii a výzkum proudění vrstvami. Pro vlastní filtrační experimenty pak užívá jednak filtrační kolony a jednak rámu kalolisu. Měření bylo rozsáhlé a náročné, o čemž svědčí vedle značného počtu reologických měření a měření průtoku vrstvami i více než tři sta provedených filtračních experimentů. Výsledky měření jsou náležitě zpracovány a přinášejí významné nové poznatky zejména z oblasti filtrace suspenzí s viskoelastickým chováním. Prezentované závěry jsou adekvátním vyjádřením získaných poznatků i výsledků experimentů. Podrobnější vysvětlení by vyžadovala volba parametru B (to vede i k některým níže uvedeným nesrovnalostem v jednotkách). Práce je sepsána velmi pečlivě s minimem formálních chyb a přepisů, které uvádím pod čarou.

Souhrnně lze uvést, že se jedná o obsahově rozsáhlou, experimentálně náročnou a pečlivě zpracovanou práci. Ing.Surý získal soubor cenných experimentálních dat a prokázal předpoklady k samostatné výzkumné práci, a proto doporučuji předloženou práci k obhajobě jako podklad pro udělení vědecko-akademické hodnosti.

V Praze 20.5.2010

Prof.Ing.František Rieger, DrSc.

10^{14} jednotka není v souladu s rov.(114)
12_6 chybná jednotka
13^{13} chybná jednotka
29^{8} závislost (31)?

./.

45_6 kapaliny
47_9 a účinné plochy
66 rov.(103) – rozdíl normálových napětí není specifikován ani v seznamu symbolů
66^4 asi Metznerovy?
97 značení a jednotky parametru A v grafech 23 a 24 je v rozporu se seznamem symbolů

Oponentní posudek na disertační práci Ing. Alexandra Surého

Filtrace z nenewtonských kapalin

vypracovanou na Univerzitě Pardubice, Fakulta chemicko-technologická 2010

Předložená disertační práce Ing. Alexandra Surého se zabývá experimentálním studiem koláčové filtrace z nenewtonských kapalin a samotnými toky kapalin nehybnými vrstvami částic a filtračním sítem. Je zkoumán vliv reologických vlastností kapalin na průběh filtrace a tlakovou ztrátu při proudění filtračním koláčem a filtračním sítem. Jedná se o problematiku klasickou, které se věnuje relativně málo pozornosti s odůvodněním, že „už je vše vyřešeno". Nicméně právě problematika filtrace rozhoduje u mnohých technologií organické chemie o ekonomice provozu. Velmi důležitá je proto problematika přenositelnosti dat z laboratorního do provozního měřítka.

Práce Ing. Surého se v úvodní teoretické a rešeršní části zabývá definicí základních reologických pojmů, v rozsahu potřebném pro další práci rozebírá reologické modely toku viskózních a viskoelastických kapalin a modely toku nenewtonských kapalin vrstvou částic vycházející z kapilárního modelu vrstvy. Závěr této části je věnován vlastní problematice filtrace výše zmíněných tekutin. Souhrnně lze říci, že tato část je úměrná velikostí rozsahu celé práce a tvoří dostatečnou oporu pro vlastní náplň disertace.

V následující krátké části jsou přehledně shrnuty cíle disertace, které mají jak charakter teoretický (odvození obecné rovnice koláčové filtrace z nenewtonské kapaliny), tak experimentální (ověření platnosti rovnice, ověření vhodnosti úpravy rovnice filtrace pro čistě viskózní kapaliny přidáním korekční funkce Debořina kriteria a posouzení míry vlivu viskoelasticity kapaliny na průběh filtrace).

Poslední nejrozsáhlejší část práce se zabývá odvozením rovnice filtrace, popisem experimentu a vyhodnocením experimentálních dat. Přitom vlastním obsahem experimentální části práce jsou pokusné filtrace z newtonské a nenewtonských kapalin zaměřené k ověření navržených rovnic koláčové filtrace. Nadto jsou uvedeny experimenty stanovující tlakovou ztrátu při toku nehybnými vrstvami filtrovaných částic a filtračními sítky s cílem stanovit separátním měřením odpor filtračního koláče a filtrační přepážky při toku čistě viskózní a viskoelastické kapaliny. Součástí experimentů bylo také měření reologických vlastností použitých kapalin. Velmi pozitivně hodnotím fakt, že experimenty byly prováděny jak na laboratorním zařízení, tak i na poloprovozním rámovém kalolisu. Imponující je rovněž rozsah proměřených systémů definovaný tabulkami pět až sedm – celkově bylo provedeno 304 filtrací.

Výsledky experimentů jsou přehledně zpracovány formou tabulek a grafů, chyby jsou standardně uvedeny ve formě středních relativních chyb a maximálních relativních chyb, takže je možno udělat si základní představu o přesnosti provedených měření.

Z experimentů vyplynulo, že rovnice odvozená pro filtraci z čistě viskózní kapaliny dobře koreluje s naměřenými daty a lze ji používat i pro predikci průběhu koláčové filtrace na zařízení typu filtrační nuč a se shodnými parametry filtrace i pro filtraci na kalolisu. Porovnání zobecněné rovnice pro filtraci z viskoelastické kapaliny ukázalo rovněž možnost

aplikovat tuto rovnici na průběh filtrací, avšak parametry rovnice nelze použít obecně a musí být pro každý systém znovu naměřeny.

Souhrnně konstatuji, že práce splňuje obsahově i formálně všechny podmínky kladené zákonem na disertační práci a doporučuji proto, aby na základě obhajoby této práce byl inženýru Surému udělen vědecký titul doktor, ve zkratce PhD.

K práci mám následující připomínky a otázky:

Formální:

Str. 28, třetí odstavec - Autoři I. Machač a kol. [8] – je malá nepřesnost v citaci, spíše patří [7].

V seznamu symbolů chybí charakteristický lineární rozměr l_{ch}, ale je řádně definován v r. (36)

Faktické:

1. V kapitole 3.2.2 se popisují konstanty a empirické součinitele kapilárního modelu, chybí mi zde zmínka o kroutivosti.
2. Teoretický model použitý pro popis plouživého toku viskózní kapaliny vrstvou částic obsahuje člen vyjadřující závislost na stěnách zařízení, viz např. v r.(36) D_h, resp. M. Tímto způsobem se použité rovnice toku liší od klasické teorie (Carman – Kozeny), které v sobě podobné závislosti nezahrnují. Tak se liší i výsledná rovnice filtrace z čistě viskózní kapaliny, r. (88) např. od rovnice Kozického [39].
   a) V čem je hlavní přínos použitého způsobu výpočtu?
   b) Jak odráží navržený model změnu měřítka zařízení?
   c) Jaký je v této souvislosti význam koeficientu k_1 definovaného v r.(82)?
3. Jakým způsobem se konkrétně určuje faktor vrstvy φ, uvedený v tab. 3?
4. Rozveďte transformaci rovnice Debořina kritéria r. (46) do r.(114). Použitá hodnota B= 1 v r. (114) ukazuje na lineární závislost f(De) vs u, ale z grafu 5 na str. 78 to tak jednoznačně nevyplývá.

V Praze 14. 5. 2010

Ing. Miroslav Punčochář, DSc.

Oponentský posudek disertační práce Ing. Alexandera Surého „Filtrace nenewtonských kapalin“

Předložená disertační práce se zabývá aktuální a z hlediska chemicko-inženýrské teorie složitou tematikou. S problémy souvisejícími s filtrací nenewtonských kapalin se setkáváme v různých technických aplikacích. Je to zejména v procesech, kde se pracuje s roztoky nebo taveninami vysokomolekulárních látek přírodního původu nebo jako produkty chemie polymerů. Konstatuji , že předložená práce řeší téma, jehož hlubší zpracování má význam z hlediska teoretického i aplikačního.

Autor provedl důkladnou literární rešerši z problematiky toku nenewtonských kapalin a charakterizace jednotlivých matematických modelů popisujících jejich chování z reologického hlediska. Podrobněji se zabývá vlastnostmi kapalin s viskoelastickým chováním, u kterých se uplatňuje současně složka viskozní i elastické deformace. Pro proudění viskoelastických kapalin vrstvou nehybných částic diskutuje definici a využití Debořina kriteria, které se nejčastěji používá pro stanovení hodnoty korekční funkce v souvislosti s přírůstkem tlakové ztráty při filtraci vlivem viskoelastického chování kapaliny.

Na základě teoretických poznatků a předchozích experimentálních měření byl stanoven cíl práce spočívající:

1. Navržení modifikované rovnice koláčové filtrace z nenewtonských kapalin. Rovnici pak experimentálně ověřit na vybraných typech modelových kapalin, filtračních přepážek a suspenzí částic.
2. Ověřit vhodnost korekční funkce Debořina kriteria pro stanovení tlakové ztráty při toku disperzní kapaliny nehybnou vrstvou částic filtračního koláče a filtrační přepážkou.
3. Posoudit významnost vlivy elasticity kapaliny na odpor filtračního koláče a filtrační přepážky během filtrace.

Těžiště práce spočívalo v experimentální části a je třeba konstatovat, že experimenty v této problematice jsou zdlouhavé, pracné a vyžadují pečlivost v provádění měření a vyhodnocování výsledků. Jen pro ověření rovnic filtrace bylo provedeno více než 300 pokusů. Oceňuji, že modelové kapaliny byly vybrány tak, aby jejich vlastnosti pokryly v širokém rozsahu nenewtonské anomálie.

Na základě experimentálních měření a jejich porovnání s vypočtenými hodnotami z navržených rovnic pro výpočet tlakové ztráty autor dospěl k závěru, že bylo dosaženo dostatečné shody pro nehybnou vrstvu částic a různá síta a nenewtonskou kapalinu s čistě

viskozním charakterem chování. Dále zjistil, že chování systému pro viskoelastické kapaliny lze s dostatečnou přesností popsat s využitím korekčního faktoru Debořina kriteria.

Z reologických měření učinil závěr, že pomocí relaxačních časů k vyjádření Debořina kriteria není možno získat obecně platný tvar korekční funkce. Navrženou rovnici lze použít pro předpověď průběhu koláčové filtrace na zařízeních typu nuč a kalolis při filtraci čistě viskozní kapaliny. Předpověď pro filtraci z viskoelastických kapalin platí pouze pro koláčovou filtraci a kalolis.

Disertační práce je formálně i obsahově zpracována na velmi dobré úrovni. Doktorand se úspěšně zhostil získávání, zpracování a interpretace výsledků pro formulaci závěrů.

K práci nemám závažnější připomínky.

K experimentální části mám následující dotaz: Nedocházelo během filtračních experimentů v monžíku k částečné sedimentaci suspenze? Byla zachována koncentrace suspenze přicházející do filtračního zařízení konstantní v čase?

Všeobecná poznámka: Použití komerčních názvů polymerů pro označení jednotlivých kapalin nepovažuji za šťastné. Polymerní produkty mají standardizované zkratky a lze je nalézt v kterékoliv učebnici makromolekulární chemie. Domnívám se, že při publikování výsledků práce by tento způsob značení byl srozumitelnější.

Závěr: Konstatuji, že doktorand prokázal schopnost samostatné a systematické vědecké práce. Formálně je zpracována v souladu s požadavky studijního a zkušebního řádu pro studium v doktorandských studijních programech na Fakultě chemicko-technologické Univerzity Pardubice.

Doporučuji přijmout tuto disertační práci k obhajobě.

V Pardubicích 16.5. 2010

Ing Jiří Kaška CSc