

## Posudek oponenta disertační práce

**Název práce:** Separace organických látek s využitím reverzní osmózy a diafiltrace

**Autor práce:** Ing. Karolína Jastřembská

**Oponent:** doc. Ing. Petr Doleček, CSc.

**Pracoviště oponenta:** Univerzita Pardubice, Fakulta chemicko-technologická,  
Ústav environmentálního a chemického inženýrství, Studentská 573, 532 10 Pardubice,  
Česká republika

Zřejmě nejčastější aplikací reverzní osmózy je odsolování mořské a brakické vody. Zajímavou rozvíjející se aplikací je separace organických látek ze směsí, často v potravinářském průmyslu. Příkladem může být dealkoholizace nápojů (pivo, víno) při zachování jejich charakteristických organoleptických vlastností. Předkládaná práce se zabývá separací etanolu ze směsi s vybranými organickými látkami, které bývají obsaženy v nápojích.

V teoretické části práce jsou nejprve popsány membránové procesy a parametry, které je charakterizují. Dále se práce věnuje membránám používaným pro reverzní osmózu a membránovým modulům. Jsou podrobně popsány fyzikálně-chemické parametry ovlivňující separaci organických látek, a to jak vlastnosti separovaných látek, tak vlastnosti membrán. Pozornost je také věnována matematickým modelům transportu látky, především modelu rozpouštění-difúze. Je popsána také technika diafiltrace, která umožňuje v nástřiku dále snížit koncentraci látky, která prochází membránou. V závěru teoretické části jsou uvedeny hlavní práce zabývající se výzkumem a aplikacemi reverzní osmózy v separaci organických látek, především v oblasti potravinářství a biotechnologií.

V experimentální části byly vybrány tři reverzně osmotické membrány ve formě spirálně vinutých modulů, u kterých byla standardním způsobem stanovena permeabilita na čistou vodu a rejeckce NaCl. Dále byly popsány použité analytické metody a další metody charakterizace.

V rozsáhlé části Výsledky a diskuze jsou popsány a zhodnoceny jednotlivé experimenty. Množství experimentální práce je značné. Byly studovány systémy dvousložkové (voda+organická látka) i vícesložkové, s několika organickými látkami ve směsi (nižší alkoholy C<sub>2</sub>-C<sub>4</sub> a etylacetát). Byl sledován vliv koncentrace organických složek a transmembránového tlakového rozdílu na intenzitu toku permeátu a rejeckci jednotlivých složek.

Způsob grafické prezentace výsledků považuji za velmi dobrý. Byl učiněn také pokus o postižení vlivu jednotlivých fyzikálně-chemických parametrů separovaných organických látek na intenzitu toku permeátu a rejekci. Z naměřených dat byly odhadnuty parametry modelu rozpouštění-difúze, odchylky mezi experimentálními a modelovými hodnotami intenzity toku permeátu a rejekce jsou pro většinu měření poměrně velké. V závěru diskuze jsou prezentovány výsledky pokusů s diafiltrací. Látkou, která nejvíce prochází membránou, je etanol, ale pro použitou membránu jsou poměrně malé rejekce i těch složek, které by bylo žádoucí zadržet.

### **Připomínky a poznámky k disertační práci**

str. 41, rovn. (10): Za standardním chemickým potenciálem zřejmě chybí znaménko +.

str. 41: Jak chápat předpoklad „Jev absorpce a desorpce převládá vůči difuzi“?

str. 41, 42, rovn. (13), (14): Domnívám se, že v rovnicích chybí symbol funkce *exp*.

str. 44, rovn. (24): Symbol pro tloušťku membrány  $\Delta x$  má být v argumentu funkce *exp*, tedy vedle  $J_i$ .

str. 45, 4. řádek zdola: Místo  $\Delta z$  má být  $\Delta x$ .

str. 46, před rovn. (37): Zřejmě má být „Plocha membrány  $S_{mol}...$ “.

str. 74, obr. 14: Při určování permeability membrán byly závislosti intenzity toku permeátu na tlakovém rozdílu proloženy přímkami vycházejícími z počátku, což odpovídá představě, že nulové hnací síle odpovídá nulový tok. Naměřená data by ovšem byla výrazně lépe proložena přímkou s nenulovým úsekem (membrány M2, M3). Lze nějak vysvětlit, proč naměřená data (M2, M3) naznačují kladný průtok při nulové hnací síle? Jak byl určován transmembránový tlakový rozdíl  $\Delta P$ ?

str. 75, obr. 15: Proložené přímkami mají vesměs kladné úseky, i když správně by měly protínat osu  $\Delta P$  pro kladné hodnoty tlakového rozdílu vlivem působení osmotického tlaku.

str. 101, tab. 10: Byly parametry uvedené v tabulce nějakým způsobem stanovovány nebo jsou převzaty z literatury?

str. 127: Z čeho byla odvozena rovnice (55)?

Některé formální připomínky:

str. 24, 3. řádek zdola: Rozmezí tlakového rozdílu by bylo vhodnější psát  $(10 - 100) \cdot 10^5$  Pa.

str. 42, rovn. (16): V matematických vztazích se pro násobení nemá používat symbol \*.

Přípustná je krátká mezera, středová tečka nebo, v některých případech, křížek  $\times$  (nikoliv  $\times$ ).

Tato formální chyba je i na jiných místech práce.

str. 40, obrázek 9: Na obrázku a také v Seznamu symbolů se pro permeát používá velké  $P$ , v textu je ale použito v indexu malé  $p$ .

str. 70: Chemické vzorce by se měly psát normálním fontem, nikoliv kurzívou ( $\text{Cu}^{2+}$ , nikoliv  $\text{Cu}^{2+}$  apod.).

str. 112, 113, obr. 59, 60: Bylo by vhodnější použít pro body „před použitím“ a „po použití“ různé symboly.

str. 113, 114: Chápu to správně, že se po vystavení membrány M2 etylacetátu změnil průtok na čistou vodu a rejeckce, ale IČ spektroskopie nepotvrdila žádné chemické změny? Jak dlouho byla membrána vystavena působení EtAc?

str. 123, rovn. (52): Na levé straně rovn. (52) již zřejmě nemá být  $c_{j,F}$ , ale pouze  $\beta$ .

str. 136. řádek pod Tab. 16: Zřejmě má být správně odkaz na obr. 83.

Práce je vcelku na dobré jazykové úrovni, i když na některých místech došlo k určitým gramatickým „uklouznutím“.

**Celkové zhodnocení disertační práce**

Cíl disertační práce, studium separace organických látek reverzní osmózou s využitím diafiltrace, byl splněn.

I přes některé nedostatky vyjmenované v tomto oponentského posudku lze celkově konstatovat, že doktorandka prokázala schopnost samostatné a systematické vědecké činnosti.

Proto **doporučuji** disertační práci k obhajobě.

V Pardubicích, 6. září 2022

doc. Ing. Petr Doleček, CSc.