

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	<b>EXPERIMENTÁLNÍ ANALÝZA ÚČINNOSTI SEPARACE CO<sub>2</sub> Z MODELOVÉHO EMISNÍHO PLYNU POMOCÍ MEMBRÁNOVÉHO PROCESU</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Viktor Mojžiš</b>
<b>Typ práce:</b>	diplomová
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta strojní (FS)
<b>Katedra/ústav:</b>	Ústav procesní a zpracovatelské techniky
<b>Oponent práce:</b>	Robert Válek
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	MemBrain s.r.o.

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>náročnější</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
<p>Předložená diplomová práce má jasně definovaný název, který dá ihned představu o náplni. Práce se zabývá aktuálním tématem zachytu oxidu uhličitého ze spalin pomocí membránových technologií. Práce je zadána racionálně, tak aby se student seznámil s teorií zachytu oxidu uhličitého a vyzkoušel i separaci CO<sub>2</sub> z modelové směsi plynů simulující spalinu pomocí laboratorní membránové jednotky, která je k dispozici na ÚPZT FS ČVUT. Práci považuji za poměrně náročnou, protože nutí studenta získat nové teoretické i praktické znalosti, například: obsluha laboratorní membránové jednotky, práce s tlakovými lahvemi a další.</p>	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno</b>
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Zadání bylo splněno tak jak bylo formulováno v jednotlivých bodech.	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>správný</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
<p>Student zvolil správný postup pro měření permeačních a separačních vlastností membránového modulu. Pro membránovou separaci simulovaných spalin student zvolil ternární směs dusík – oxid uhličitý – kyslík což není úplně obvyklé, ale je to správné. Většina výzkumu membránové separace plynů je často redukována na čisté plyny a binární směsi. Vyhodnocení transportních a separačních vlastností pro ternární směs je komplikovanější, ale student si s tím poradil bezchybně. Student se snažil i odhadnout permeabilitu z naměřené permeance a tloušťky membrány. Zde však dochází k hrubému zkreslení, protože tloušťka stěny dutého vlákna neodpovídá tloušťce separační vrstvy. Je to dáno skutečností, že membrána ve formě dutého vlákna nemá kompaktní stěnu, ale jde o asymetrickou membránu, kde je stěna značně porézní a je se separační vrstvou na vnějším povrchu vlákna integrálně spojena, tak jak je to i v této práci dokumentováno obrázkem 18. Tím došlo k nadhodnocení permeabilit testované membrány. Toto konstatování není výtkou k postupu vyhodnocení, protože ČVUT nemá od výrobce membránového modulu informace o mikrostruktuře dutého vlákna ani podrobnosti o membránovém materiálu. V praxi se spíše využívá opačný postup, kdy je experimentálně změřena permeance a se známé nebo naměřené permeability je vypočítána zdánlivá tloušťka separační vrstvy.</p> <p>Přesnější hodnota parciálního tlaku nad membránou a následně i permeance se získá, pokud se počítá se střední koncentrací plynu nad membránou. Zvláště u rychleji procházejícího plynu (v tomto případě CO<sub>2</sub>) je výrazný rozdíl koncentrace na začátku modulu – feed a na konci modulu – retentát. Nejčastěji se používá logaritmická střední hodnota koncentrace <math>x = (x_f - x_r) / [\ln(x_f/x_r)]</math>. Střední hodnotu koncentrace je zvláště výhodné používat při vyšším stage cut, což je případ separace řešené v této práci.</p>	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>A - výborně</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	



Odborná úroveň předkládané práce je velmi dobrá. Student velmi dobře při vyhodnocení využíval znalosti, které načerpal studiem a i je shrnul v teoretické části. Také se musel také zorientovat v jednotkách permeability – barrer a permeance – GPU, které jsou běžně využívány v „membránářské“ praxi, ale nejsou konzistentní se jednotkovou soustavou SI a z tohoto důvodu bývají nepopulární na vysokých školách. Hodnotné je proměření plyných směsí o různém poměru výše uvedených tří složek, tím sice roste množství experimentů, ale jejich plán byl zvolen dobře. Tím nedošlo k neúměrnému generování zbytečných dat a ztrátě času. Z naměřených dat student správně vyhodnotil, že použité membrány nejsou vhodné pro separaci spalin.

**Formální a jazyková úroveň, rozsah práce**

**B - velmi dobře**

*Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.*

Formální úroveň práce je velmi dobrá. Členění práce je klasické, tzn. teoretický úvod do problematiky, popis experimentální činnosti, vyhodnocení výsledků a závěr. Práce má rozsah 95 stran, což je poměrně dost na diplomovou práci. Z mého pohledu mohly být kratší některé podkapitoly o oxidu uhličitém. Množství literárních zdrojů je přiměřené. Jazyková úroveň je dobrá, diplomová práce je čtivá. Vzhledem ke skutečnosti, že je práce psaná v češtině, bych doporučil přeložit i popisky v obrázcích přejetých ze zahraniční literatury.

**Výběr zdrojů, korektnost citací**

**C - dobře**

*Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.*

Literární podklady pro rešerši byly čerpány z volně dostupných zdrojů na internetu, knih, sborníků a vědeckých časopisů. Citace z odborných časopisů tvoří přibližně třetinu všech citací, domnívám se, že pro diplomovou práci by mohl být poměr vyšší. Všechny převzaté obrázky mají uvedeny zdroje, citace jsou úplné.

Je škoda, že při tvorbě rešerše student nenarazil na membránu Polaris od společnosti MTR, ta zatím není komerčně dostupná, ale je přímo určená pro separaci spalin. Polaris dosahuje permeance CO<sub>2</sub> 1000 až 2000 GPU a selektivita pro oxid uhličitý a dusík je 50.

**Další komentáře a hodnocení**

*Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.*

Vložte komentář (nepovinné hodnocení).

**III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE**

*Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.*

Celkově hodnotím tuto práci jako kvalitní, jasně z ní vyplývá, že se student dobře orientuje v problematice spalin a membránové separace plynů. Velmi chválím studenta za skutečnost, že se vedle technické stránky věci dotýká i ekonomické stránky procesu odstranění oxidu uhličitého ze spalin.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **B - velmi dobře**.

**Otázky k obhajobě:**

- 1) Jak byl vytvořen iterační program (v jakém prostředí) pro výpočet složení plyné směsi? Jak je o něm referováno na straně 81 a na obrázku 38.

- 2) Odstranění CO<sub>2</sub> ze spalin je pouze první krok, jaké jsou možnosti využití získaného oxidu uhličitého s přihlédnutím na obrovské objemy?

Datum: 24.8.2022

Podpis:

