



دانشگاه آزاد اسلامی
واحد تهران جنوب
دانشکده تحصیلات تکمیلی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد “*M.Sc*”
مهندسی شیمی-مهندسی محیط زیست

عنوان :

بررسی پسابهای صنایع پتروشیمی و امکان تصفیه آن به روش استخراج
مایع- مایع در ستون *RDC*

استاد راهنما :

استاد مشاور:

نگارش

چکیده.....	۱
مقدمه.....	۳
فصل اول: مروری بر پسابهای صنعت پتروشیمی و روشهای تصفیه آن	
۱-۱- اهداف و اهمیت تصفیه پسابهای پتروشیمی.....	۵
۲-۱- مروری بر واحد های تولید کننده پساب در پتروشیمی.....	۶
۳-۱- برخی از اصطلاحات مطرح در تصفیه و آلاینده های مهمتر.....	۱۰
۴-۱- روشهای تصفیه پسابها.....	۱۵
۴-۱-۱- جداکننده API.....	۱۵
۴-۲-۱- تصفیه بیولوژیکی.....	۲۱
۴-۳-۱- روش لجن فعال.....	۲۳
۴-۴-۱- بررسی شیمیایی فرایندهای بیولوژیکی.....	۲۸
۴-۵-۱- لجن فعال با اکسیژن خالص.....	۳۴
۴-۶-۱- حوضچه هوادهی و گودالها.....	۳۵
۴-۷-۱- فیلترهای نشت کننده.....	۳۵
۴-۸-۱- سایر روش های تصفیه بیولوژیکی.....	۳۷
۴-۹-۱- تصفیه شیمی فیزیکی.....	۳۸
۴-۱۰-۱- تصفیه دمش آب خنک کننده.....	۴۲
۴-۱۱-۱- روش تصفیه تبادل یونی.....	۴۲
۴-۱۲-۱- روش شناور سازی.....	۴۵
۴-۱۳-۱- تصفیه با استفاده از غشا.....	۴۷
۴-۱۴-۱- روش RBC.....	۴۹
فصل دوم: مشخصات هندسی و پارامترهای هیدرودینامیکی برج RDC	
۲-۱- مقدمه ای بر RDC.....	۵۱
۲-۲- متغیرهای طراحی و مبانی هیدرودینامیکی ستون.....	۵۴
۲-۱-۲- سرعت حد نشت قطره ها.....	۵۶
۲-۲-۲- سرعت لغزش.....	۵۷
۲-۳-۲- هلدآپ.....	۵۸

۶۰	.....	۲-۴-۲- سرعت مشخصه
۶۱	.....	۲-۴-۲-۱- سرعت مشخصه و هلدآپ در شرایط عدم انتقال جزء حل شونده
۶۱	.....	۲-۴-۲-۲- سرعت مشخصه و سرعت روتور
۶۵	.....	۲-۴-۲-۳- هلدآپ و سرعت مشخصه در شرایط انتقال جزء حل شونده
۶۷	.....	۲-۵-۲- توزیع اندازه قطره و عوامل موثر بر آن
۶۹	.....	۲-۵-۲-۱- اندازه گیری قطر متوسط قطره
۷۲	.....	۲-۵-۲-۲- پدیده پیوند قطرات
۷۳	.....	۲-۵-۲-۳- عوامل موثر بر پدیده پیوند
۷۵	.....	۲-۵-۲-۴- پدیده پیوند بین دو قطره
۷۶	.....	۲-۵-۲-۵- شکست قطرات
۷۶	.....	۲-۵-۲-۶- اثر سرعت روتور بر احتمال شکست
۸۱	.....	۲-۵-۲-۷- توزیع اندازه قطره دختر
۸۲	.....	۲-۵-۲-۸- اثر موقعیت انتهایی لوله مویینه
۸۳	.....	۲-۵-۲-۹- اثر توزیع اندازه قطره بر بازده انتقال جرم
۸۹	.....	۲-۶-۲- محدوده عملیاتی در RDC
۸۹	.....	۲-۶-۲-۱- سرعت طغیان و هلدآپ در آن نقطه
۹۱	.....	۲-۶-۲-۲- اختلاط محوری
۹۲	.....	۲-۶-۲-۲-۱- اختلاط برگشتی در فاز پیوسته
۹۲	.....	۲-۶-۲-۲-۲- کشیدگی فاز پیوسته به وسیله قطرات
۹۳	.....	۲-۶-۲-۲-۳- کشیدگی فاز پخش شده توسط فاز پیوسته
۹۳	.....	۲-۶-۲-۲-۴- اختلاط پیشرو در فاز پراکنده
۹۴	.....	۲-۶-۳-۲- وارونگی فاز
۹۵	.....	۲-۶-۴-۲- شرایط عملیاتی در ستون استخراج کننده
۹۶	.....	۲-۷-۲- انتقال جرم در RDC
۹۹	.....	۲-۷-۲-۱- ضرایب انتقال جرم
۹۹	.....	۲-۷-۲-۲- مکانیزم های موجود در انتقال جرم قطره
۱۰۲	.....	۲-۷-۲-۳- مکانیزم انتقال جرم درون فاز پیوسته
۱۰۳	.....	۲-۷-۲-۴- اثر سرعت دوران بر روی انتقال جرم
۱۰۴	.....	۲-۷-۲-۵- اثر توزیع اندازه قطره بر ضریب انتقال جرم
۱۰۶	.....	۲-۸-۲- طراحی RDC

فصل سوم: امکان سنجی تصفیه با برج RDC

۱-۳- انتخاب روش مناسب تصفیه..... ۱۰۹

۲-۳- عوامل مؤثر در انتخاب حلال مناسب..... ۱۱۱

فصل چهارم: شرح آزمایش و بحث

۱-۴- انتخاب مواد و نوع سیستم شیمیایی..... ۱۱۸

۲-۴- شرح دستگاه و ابزارهای به کاررفته..... ۱۲۰

۳-۴- روش انجام آزمایش..... ۱۲۲

۴-۴- بحث..... ۱۲۵

فصل پنجم: نتیجه گیری کلی و پیشنهادات..... ۱۳۹

فهرست منابع و ماخذ

فهرست منابع فارسی..... ۱۴۱

فهرست منابع لاتین..... ۱۴۲

فهرست علایم..... ۱۴۶

ضمایم

الف - محاسبه اندازه قطره از روش عکسبرداری..... ۱۴۸

ب- کالیبراسیون روتامتر حلال..... ۱۴۸

ج - روش موازنه جرمی و محاسبه درصد استخراج..... ۱۴۹

چکیده انگلیسی..... ۱۵۱

فهرست جداول

شماره صفحه

عنوان

فصل اول	
۱-۱: فرایندهای پتروشیمی تولید کننده پساب.....	۸
فصل دوم	
۱-۲: مقادیر مشخصه مورد استفاده در معادله چرخشی قطره.....	۱۰۲
فصل سوم	
۳-۱: حلالیت حلال در آب در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد.....	۱۱۲
۳-۲: مقادیر توزیع تعادلی حل شونده هادرسیستم آبی بارقت بالادردمای ۲۵-۲۰.....	۱۱۳
فصل چهارم	
۴-۱: خصوصیات فیزیکی و غلظت اولیه آلاینده ها.....	۱۱۸
۴-۲: خصوصیات فیزیکی حلال.....	۱۱۹
۴-۳: ضریب توزیع تعادلی برخی حل شونده ها.....	۱۲۰
۴-۴: مشخصات هندسی ستون.....	۱۲۰
۴-۵: آرایه متعامد تاگوچی برای پارامتر های فرایند.....	۱۲۳
۴-۶: مقادیر بهینه پارامتر های فرایند به کمک روش تاگوچی.....	۱۲۴
۴-۷: اثر سرعت دوران محور مرکزی بر بازده استخراج.....	۱۲۸
۴-۶: اثر اندازه قطره بر بازده استخراج.....	۱۲۹
۴-۷: اثر دبی حلال بر بازده استخراج.....	۱۳۰
۴-۸: اثر نوع حلال بر بازده استخراج.....	۱۳۱

فصل اول

- ۱-۱: رنگ و مشخصات ظاهری پساب..... ۱۰
- ۱-۲: مرحله ای از تصفیه API ۲۱
- ۱-۳: عملیات انجام شده در حوضچه هوادهی..... ۲۴
- ۱-۴: نمونه ای از کلاریفایر..... ۲۶
- ۱-۵: نمودار شماتیک از روش لجن فعال..... ۳۳
- ۱-۶: نمودار شماتیک از روش فیلتر پلاستیکی..... ۳۷
- ۱-۷: نمودار شماتیک از روش جذب سطحی..... ۴۲
- ۱-۸: نمودار شماتیک از روش تبادل یونی..... ۴۵
- ۱-۹: نمونه ای از RBC..... ۵۰

فصل دوم

- ۲-۱: مدل‌های مختلفی از ستونهای چرخان..... ۵۲
- ۲-۲: طرح شماتیک از RDC..... ۵۳
- ۲-۳: جزئیات RDC..... ۵۳
- ۲-۴: اثر سرعت روتور بر سرعت مشخصه..... ۶۲
- ۲-۵: نمودار مربوط به معادله فراگیر V_0 تحت شرایط عدم انتقال جز حل شونده..... ۶۳
- ۲-۶: نمودار مربوط به معادله فراگیر سرعت مشخصه در سرعت صفر روتور..... ۶۴
- ۲-۷: داده های آزمایشگاهی منطبق بر معادله (۲-۱۶)..... ۶۶
- ۲-۸: توابع توزیع اندازه قطره..... ۶۸
- ۲-۹: اثر جهت انتقال جرم بر کشش سطحی بین دو قطره..... ۷۵
- ۲-۱۰: سرعت بحرانی روتور و اندازه قطره..... ۷۷
- ۲-۱۱: داده های آزمایشگاهی منطبق بر معادله (۲-۳۵)..... ۷۹
- ۲-۱۲: نمودار تطابقی تعداد متوسط دخترها..... ۸۰
- ۲-۱۳: توزیع قطرات دختر با اندازه قطر اولیه معین و دور روتور معین..... ۸۱
- ۲-۱۴: اثر سرعت روتور بر اندازه قطره تشکیل شده در لوله مویینه..... ۸۳
- ۲-۱۵: (a) لوله مویینه معمولی (b) لوله مویینه اصلاح شده..... ۸۳

- ۲-۱۶ : اثر سرعت روتور و موقعیت لوله مویینه براندازه قطره..... ۸۴
- ۲-۱۷ : شرایط بحرانی در حالتی که آب به صورت فاز پیوسته باشد..... ۸۶
- ۲-۱۸ : منحنی شکست آب به صورت فاز پیوسته و اسید استیک بعنوان جز منتقل شونده..... ۸۷
- ۲-۱۹ : منحنی شکست آب به صورت فاز پیوسته و اسید بوتریک بعنوان جز منتقل شونده..... ۸۸
- ۲-۲۰ : منحنی شکست cumene به صورت فاز پیوسته و اسید استیک بعنوان جز منتقل شونده..... ۸۸
- ۲-۲۱ : نمودار طغیان..... ۸۹
- ۲-۲۲ : محدوده عملیاتی در استخراج کننده ها با جریان مختلف الجهد..... ۹۶
- ۲-۲۳ : نمودار عملیاتی انتقال جرم در دو برش از اندازه قطره..... ۹۸
- ۲-۲۴ : اثر هلد آپ بر ضریب انتقال جرم در سرعت های دوران متفاوت..... ۱۰۴
- فصل سوم
- ۳-۱ : فرایند دو حلالی با سیکل حلال پیوسته..... ۱۱۶
- ۳-۲ : فرایند دو حلالی با سیکل حلال نا پیوسته..... ۱۱۶
- فصل چهارم
- ۴-۱ : نمای روبرو از RDC..... ۱۲۱
- ۴-۲ : اندازه قطرات خارج شده از نازل ۳mm در زمان خاموشی دستگاه..... ۱۲۶
- ۴-۳ : قطرات حاصل از شکست در نزدیکی فصل مشترک دو فاز..... ۱۲۷

چکیده

لزوم تصفیه پساب های صنایع مختلف از جمله صنعت پتروشیمی به خاطر اثرات نامطلوب مستقیم و غیر مستقیم آن بر محیط زیست و زندگی مردم ، بر همگان آشکار است. بنابراین باید روش تصفیه مناسبی برای آن به کاربرد. پساب های واحد های مختلف پتروشیمی شامل ترکیبات آلی یا غیر آلی جامد یا مایع است که بصورت معلق ، قابل انحلال یا ته نشین شونده مشاهده میشود. فرایندهایی که برای تصفیه این ناخالصی ها مشاهده میشود شامل فرایندهای شیمیایی ، حرارتی ، بیولوژیکی و مکانیکی هستند که قادر به حذف و پاکسازی پساب تا حد استاندارد و منطبق بر قوانین زیست محیطی می باشند. مسائل و مشکلات در این تحقیق دو نمونه از آلاینده های موجود در پساب پتروشیمی که عبارتند از متیل اتیل کتون و استون مورد بررسی قرار گرفت و برای استخراج آنها از ستونهای استخراج دارای صفحات چرخان موسوم به RDC استفاده شد. در ابتدا به کمک آرایه متعامد L_9 در روش تاگوچی تعداد آزمایشات کاهش یافت. آزمایشات روی این دو نمونه پساب مجازی، به کمک حلالهای n- بوتیل استات و بنزن در محدوده دبی حلال $25,49 \text{ ml/min} - 13,79$ ، سرعت دوران روتور $300 - 500 \text{ rpm}$ ، هلدآپ فاز پراکنده بین $0,08 - 0,05$ ، قطر نازل پخش کننده بین $2 - 3 \text{ mm}$ انجام شد و شرایط عملیاتی بهینه برای بدست آوردن حداکثر بازده استخراج آلاینده ها در برج تعیین گردید. در نهایت شرایط بهینه برای دبی حلال $29,45 \text{ ml/min}$ ، سرعت دوران روتور برج 480 rpm ، هلدآپ فاز پراکنده $0,07$ و قطر نازل پخش کننده فاز پراکنده 2 mm حاصل شد. با انتخاب حلال n- بوتیل استات تحت شرایط عملیاتی مطلوب امکان استخراج آلاینده ها از جریان خوراک به میزان 50 درصد بدست آمد. ضمناً با افزایش دبی حلال n- بوتیل استات ، میزان استخراج تا $41,36$ درصد افزایش یافته و با ازدیاد سرعت دوران نیز درصد استخراج تا 42 درصد افزایش یافت.

در بررسی اندازه قطر نازل در سیستم بنزن - آب - MEK نیز، میزان استخراج برای نازل با قطر ثابت ۲mm ، با ثابت نگه داشتن سایر شرایط عملیاتی بیشترین میزان استخراج به مقدار ۲,۹۱ درصد به دست آمد.

واژه های کلیدی: بازده عملیات، روش تصفیه ، صنعت پتروشیمی ، روش تاگوچی ، برج RDC