



دانشگاه آزاد اسلامی
واحد تهران جنوب
دانشکده تحصیلات تکمیلی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد “M.Sc”
مهندسی شیمی - طراحی فرایند

عنوان :

طراحی بخش سرد واحد الفین برای توالی های
مختلف برج ها

استاد راهنما :

استاد مشاور :

نگارش :

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	چکیده
۲	مقدمه
۴	فصل اول: صنعت پتروشیمی و واحد الفین
۵	۱-۱ پتروشیمی
۶	۲-۱ صنعت پتروشیمی در ایران
۷	۳-۱ واحدهای الفین
۸	۴-۱ خوراک اولیه واحدهای الفین
۹	۵-۱ اتیلن محصول اصلی واحد الفین
۱۰	۶-۱ واحدهای الفین در ایران
۱۲	۷-۱ واحد الفین
۱۲	۱-۷-۱ بخش گرم
۱۳	۲-۷-۱ بخش سرد
۱۵	فصل دوم: بررسی روشهای موجود در سنتز بهترین توالی برجهای تقطیر
۱۶	۱-۲ ملاحظات کلی
۱۸	۲-۲ توالی برجهای تقطیر
۲۰	۳-۲ روشهای کلی برای تعیین گزینه مناسب
۲۱	۱-۳-۲ روشهای تجربی
۲۳	۱-۱-۳-۲ ترکیب قواعد تجربی
۲۹	۲-۱-۳-۲ استفاده از تئوری فازی، شاخه‌ای، حدی
۴۵	۳-۱-۳-۲ حداقل جریان بخار (V_{min})
۵۲	۴-۱-۳-۲ Marginal vapor flow
۵۶	۵-۱-۳-۲ استفاده از پارامتر $\left(\sum -\frac{\Delta T}{V} \right)$

۵۷	..... روشهای تکاملی
۶۱	..... روشهای الگوریتمی
۶۳	..... فصل سوم: شبیه سازی و طراحی
۶۴	..... ۱-۳ انواع روشهای جدا سازی بخش سرد الفین
۶۶	..... ۲-۳ محاسبه هزینه برجها
۶۷	..... ۱-۲-۳ استفاده از نرم افزار HYSYS
۷۵	..... فصل چهارم : مقایسه توالیهای مختلف
۷۶	..... ۱-۴ مقایسه بین شبیه سازی و طراحی بخش سرد واحد الفین پتروشیمی اراک
۸۵	..... ۲-۴ مقایسه بین شبیه سازی توالی Front-End-Demethanizer و توالی Front-End-Deethanizer
۸۵	..... ۱-۲-۴ مقایسه جریانهای ورودی و خروجی دو توالی
۸۶	..... ۲-۲-۴ مقایسه قیمت دو توالی
۱۰۶	..... فصل پنجم : نتیجه گیری و پیشنهادات
۱۰۷	..... تحلیل نتایج
۱۰۹	..... پیشنهادات
۱۱۰	..... ضمیمه A
۱۱۲	..... ضمیمه B
۱۱۳	..... ضمیمه C
۱۱۶	..... ضمیمه D
۱۳۰	..... واژه نامه
۱۳۳	..... منابع و مراجع
۱۳۷	..... چکیده انگلیسی

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۱: مواد موردنیاز مجتمع پتروشیمی اراک و محل تأمین آنها.....	۱۱
جدول ۱-۲: مقایسه سه روش اصلی برای سنتز توالیهای جداسازی.....	۲۱
جدول ۲-۲: مقادیر عددی.....	۳۷
جدول ۳-۲: مقادیر درجه اهمیت واقعی و تخمینی (شدت جریان های جزئی فازی).....	۳۸
جدول ۴-۲: خواص فیزیکی نمونه ها.....	۴۸
جدول ۵-۲: فراریت نسبی نمونه ها.....	۴۹
جدول ۶-۲: درصد مولی محصولات.....	۴۹
جدول ۷-۲: ترکیب جریانهای موجود در شکل ۲-۸ الف.....	۵۰
جدول ۸-۲: مقادیر marginal vapor flow برای اجزاء غیر کلیدی مثال فوق جداسازی پنج جزئی.....	۵۴
جدول ۹-۲: مقادیر کل Marginal vapor flow برای هر چهارده توالی ممکن مثال مورد نظر.....	۵۶
جدول ۱-۴: مقایسه بین محصولات بالاپایین شبیه سازی برج متان زدای شماره یک با طراحی شرکت TPL.....	۷۷
جدول ۲-۴: مقایسه بین محصولات بالاپایین شبیه سازی برج متان زدای شماره دو با طراحی شرکت TPL.....	۷۸
جدول ۳-۴: مقایسه بین محصولات بالاپایین شبیه سازی برج اتان زدا با طراحی شرکت TPL.....	۷۹
جدول ۴-۴: مقایسه بین محصولات بالاپایین شبیه سازی برج تفکیک اتیلن-اتان با طراحی شرکت TPL.....	۸۰
جدول ۵-۴: مقایسه بین محصولات بالاپایین شبیه سازی برج پروپان زدا با طراحی شرکت TPL.....	۸۱
جدول ۶-۴: مقایسه بین محصولات بالاپایین شبیه سازی برج بوتان زدا با طراحی شرکت TPL.....	۸۲
جدول ۷-۴: مقایسه بین محصولات بالاپایین شبیه سازی برج دفع C۳ با طراحی شرکت TPL.....	۸۳
جدول ۸-۴: مقایسه بین محصولات بالاپایین شبیه سازی برج تفکیک پروپیلن-پروپان با طراحی شرکت TPL.....	۸۴
جدول ۹-۴: مشخصات جریان ورودی به شبیه سازی Front-End-Demethanizer.....	۱۱۶
جدول ۱۰-۴: مشخصات جریان ورودی به طراحی Front-End-Deethanizer.....	۱۱۷
جدول ۱۱-۴: مشخصات محصول اتیلن گازی در شبیه سازی Front-End-Demethanizer.....	۱۱۸

- جدول ۴-۱۲: مشخصات محصول اتیلن گازی در طراحی Front-End-Deethanizer ۱۱۹
- جدول ۴-۱۳: مشخصات محصول اتیلن مایع در شبیه سازی Front-End-Demethanizer ۱۲۰
- جدول ۴-۱۴: مشخصات محصول اتیلن مایع در طراحی Front-End-Deethanizer ۱۲۱
- جدول ۴-۱۵: مشخصات پروپیلن تولیدی در شبیه سازی Front-End-Demethanizer ۱۲۲
- جدول ۴-۱۶: مشخصات پروپیلن تولیدی در طراحی Front-End-Deethanizer ۱۲۳
- جدول ۴-۱۷: مشخصات پروپان برگشتی در شبیه سازی Front-End-Demethanizer ۱۲۴
- جدول ۴-۱۸: مشخصات پروپان برگشتی در طراحی Front-End-Deethanizer ۱۲۵
- جدول ۴-۱۹: مشخصات محصول C_۴ در شبیه سازی Front-End-Demethanizer ۱۲۶
- جدول ۴-۲۰: مشخصات محصول C_۴ در طراحی Front-End-Deethanizer ۱۲۷
- جدول ۴-۲۱: مشخصات Gasoline تولیدی در شبیه سازی Front-End-Demethanizer ۱۲۸
- جدول ۴-۲۲: مشخصات Gasoline تولیدی در طراحی Front-End-Deethanizer ۱۲۹
- جدول ۴-۲۳: مشخصات برج شماره ۳۰۱ توالی Front-End-Demethanizer ۸۷
- جدول ۴-۲۴: مشخصات برج شماره ۳۰۲ توالی Front-End-Demethanizer ۸۸
- جدول ۴-۲۵: مشخصات برج شماره ۳۰۳ توالی Front-End-Demethanizer ۸۹
- جدول ۴-۲۶: مشخصات برج شماره ۳۰۴ توالی Front-End-Demethanizer ۹۰
- جدول ۴-۲۷: مشخصات برج شماره ۴۰۱ توالی Front-End-Demethanizer ۹۱
- جدول ۴-۲۸: مشخصات برج شماره ۴۰۲ توالی Front-End-Demethanizer ۹۲
- جدول ۴-۲۹: مشخصات برج شماره ۴۰۳ توالی Front-End-Demethanizer ۹۳
- جدول ۴-۳۰: مشخصات برج شماره ۴۰۴ توالی Front-End-Demethanizer ۹۴
- جدول ۴-۳۱: هزینه های سالیانه توالی Front-End-Demethanizer ۹۵
- جدول ۴-۳۲: مشخصات برج شماره ۱۰۱ توالی Front-End-Deethanizer ۹۶
- جدول ۴-۳۳: مشخصات برج شماره ۱۰۲ توالی Front-End-Deethanizer ۹۷
- جدول ۴-۳۴: مشخصات برج شماره ۳۳۰۱ توالی Front-End-Deethanizer ۹۸
- جدول ۴-۳۵: مشخصات برج شماره ۳۴۰۱ توالی Front-End-Deethanizer ۹۹
- جدول ۴-۳۶: مشخصات برج شماره ۳۵۰۱ توالی Front-End-Deethanizer ۱۰۰

- جدول ۴-۳۷: مشخصات برج شماره ۴۰۰۱ توالی **Front-End-Deethanizer** ۱۰۱
- جدول ۴-۳۸: مشخصات برج شماره ۴۲۰۱ توالی **Front-End-Deethanizer** ۱۰۲
- جدول ۴-۳۹: مشخصات برج شماره ۴۳۰۱ توالی **Front-End-Deethanizer** ۱۰۳
- جدول ۴-۴۰: مشخصات برج شماره ۴۴۰۱ توالی **Front-End-Deethanizer** ۱۰۴
- جدول ۴-۴۱: هزینه های سالیانه توالی **Front-End-Deethanizer** ۱۰۵
- جدول ۴-۴۲: مقایسه دو توالی ۱۰۵

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۸	شکل ۱-۱ مشتقات مهم اتیلن.....
۸	شکل ۲-۱ مشتقات مهم پروپیلن.....
۸	شکل ۳-۱ مشتقات مهم بوتادیان.....
۳۰	شکل ۱-۲. تابع عضویت ΔT_b با توجه به قاعده ۱.....
۳۱	شکل ۲-۲. تابع عضویت $\alpha_{a,b}$ با توجه به قاعده ۲.....
۳۲	شکل ۳-۲. تابع عضویت P با توجه به قاعده ۳.....
۳۲	شکل ۴-۲. تابع عضویت EML با توجه به قاعده ۴.....
۳۷	شکل ۵-۲. قالب حل درختی جداسازی یک مخلوط ۵ جزئی ABCDE.....
۳۷	شکل ۶-۲. قابلیت توزیع TrFN (a,b,c,d).....
۴۵	شکل ۷-۲. شاخه های کاوش شده با الگوریتم FB&B.....
۴۸	شکل ۸-۲: دو توالی ممکن جداسازی.....
۵۵	شکل ۹-۲. مقادیر کل Marginal جریانها برای تمام ستونهای موجود در توالی های.....

فهرست نمودارها

صفحه	عنوان
۷۲	نمودار ۳-۱. قیمت تبرید کننده‌های صنعتی
	نمودار C ۱. تعیین قواعد و داده‌ها (جزئیات مثال) (a) قاعده ۱. (b) قاعده ۲. (c) قاعده ۳ (نسبت D/B). (d)
۱۱۴	قاعده ۳ (نسبت B/D). (e) و (f) قاعده ۴.
	نمودار C ۲. داده‌های توصیه شده و قابل سازگاری فازی برای هر جداسازی (جزئیات مثال) (a) A/BCDE.
۱۱۵	(b) AB/CDE. (c) ABC/DE. (d) ABCD/E.
۱۱۵	نمودار C ۳. پیوستگی درجه سازگاری (جزئیات مثال).

فهرست علائم و نشانه‌ها

.....	A	: یک مجموعه فازی
.....	A_c	: سطح انتقال حرارت در کندانسور
.....	A_r	: سطح انتقال حرارت در ریبویلر
.....	B_i	: دبی مولی یا جرمی جزء i در محصول پایین برج
.....	B	: دبی مولی محصول پایین برج
.....	B_k	: سایز فاکتور ستون K
.....	C_c	: واحد قیمت سرمایه‌ش
.....	C_h	: واحد قیمت گرمایش
.....	C_k	: مجموعه اجزاء در خوراک
.....	C_k^{bot}	: مجموعه اجزاء در محصول پایین برج
.....	C_k^{top}	: مجموعه اجزاء در محصول بالایی برج
.....	d_i	: دبی مولی یا جرمی جزء i در محصول بالای برج
.....	D	: دبی مولی محصول بالای برج
.....	D	: قطر برج
.....	f	: نسبت دبی مولی محصول بالا و پایین برج ($\frac{D}{B}$ یا $\frac{B}{D}$)
.....	f_i	: دبی مولی جزء i در خوراک
.....	F	: دبی مولی خوراک
.....	F_c	: ثابت
.....	F	: خوراک ستون K
.....	H	: ارتفاع برج
.....	i	: شمارنده جزء
.....	I_n	: ساختارهای قابل قبول جداسازی دقیق مخلوطهای n جزئی
.....	K	: شمارنده ستون
.....	K_k	: ثابت

..... M_w : وزن مولکولی

..... n : تعداد برجها در هر توالی

..... N : تعداد اجزاء در خوراک

..... N : تعداد سینی‌های برج

..... P : فشار

..... P_c : فشار بحرانی

..... q : کسری از خوراک که به جریان مایع در سینی خوراک ملحق می‌شود

..... Q_c : بار حرارتی کندانسور

..... Q_k : بار حرارتی ستون k

..... Q_r : بار حرارتی ریویلر

..... R : جریان برگشتی

..... \bar{R}_{\min} : حداقل جریان برگشتی

..... R_{\min} : حداقل نسبت جوشش

..... S : مقدار حدی

..... S : تعداد روشهای جداسازی

..... S_c : حد بحرانی

..... S_m : تعداد توالی‌های ممکن

..... T : درجه حرارت

..... T_b : دمای جریان محصول پایین برج

..... T_c : درجه حرارت بحرانی

..... T_s : درجه حرارت بخار مصرفی در ریویلر

..... ΔT : اختلاف نقطه جوش نرمال بین دو جزء

..... ΔT_m : اختلاف درجه حرارت متوسط لگاریتمی

..... U : ضریب انتقال حرارت کلی

..... V : جریان بخار

..... V_{\min} : حداقل جریان بخار در قسمت بالایی برج

..... \bar{V}_{min} : حداقل جریان بخار در قسمت پائین برج.....

..... X : عضو مجموعه فازی.....

..... X : متغیر پیوسته.....

..... X فضای مجموعه فازی.....

..... X_i^F : کسر مولی جزء i در ترکیب اولیه.....

..... Y : زمان برگشت سرمایه.....

..... Y_i : متغیر دوتایی.....

..... Y_k : متغیر دوتایی ستون k

حروف یونانی

..... α_{ij} : فراریت نسبی i نسبت به j

..... α_{ik} : فراریت نسبی i نسبت به k

..... α_k : هزینه ثابت سالیانه

..... γ_i : درجه بازیابی جزء i

..... ε : کسر جداسازی

..... $\varepsilon_k^{\text{bot}}$: کسر بازیابی شده خوراک توسط جریان پائین ستون

..... $\varepsilon_k^{\text{top}}$: کسر بازیابی شده خوراک توسط جریان بالایی ستون

..... μ : دبی مولی

زیر نویسها

- c: مقدار بحرانی.....
- C: کندانسور.....
- hk: جزء کلیدی سنگین.....
- h: گرمکن.....
- i: جزء I.....
- k: ستون K.....
- lk: جزء کلیدی سبک.....
- min: حداقل.....
- max: حداکثر.....
- r: جوش آورها.....
- S : بخار.....

بالانویسها

.....bot: پائین برج

.....f: خوراک

.....top: بالای برج

چکیده

هزینه بخش جداسازی، سهم عمده‌ای از مجموع هزینه‌های یک واحد شیمیایی را به خود اختصاص می‌دهد.

بنابراین تعیین مناسبترین نوع و روش جداسازی و انتخاب بهینه توالی سیستم‌های جداسازی اجزاء و همچنین تعیین پارامترهای مؤثر در انتخاب روش و مزایای هر روش می‌تواند در کاهش هزینه‌ها نقش مؤثری داشته باشد. لذا با توجه به اینکه سه روش متداول در جداسازی بخش سرد واحد الفین استفاده می‌شود. میتوان با مقایسه آنها پارامترهای مؤثر در انتخاب روش و مزایا و معایب هر یک را یافت، این کار بجای انجام محاسبات سخت و پیچیده تعیین قیمت واقعی می‌تواند برای یافتن سریع یک توالی برای جداسازی بخش سرد الفین استفاده شود. به این منظور در این پروژه با شبیه‌سازی توالی Front-End-Demethanizer و طراحی توالی Front-End-Deethanizer برای بخش سرد واحد الفین پتروشیمی اراک (دو نوع از روش های متداول جدا سازی بخش سرد برای یک خوراک ورودی) و مقایسه آنها با هم، توالی بهتر معین میشود و عوامل مؤثر در انتخاب این توالی بررسی می‌شود.

کلمات کلیدی:

الفین - جداسازی - توالی برج - شبیه سازی